PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

vereinigt mit dem

JAHRBUCH DER RADIOAKTIVITÄT UND ELEKTRONIK

Nr. 7 — 1. April 1935. Redaktionsschluß für Nr. 9 am 14. April 1935. — 36. Jahrgang

INHALT:

Abhandlungen:

W. Fritz, Bemerkungen zur Zustandsgleichung realer Gase. S. 217.

Vorträge von der 19. Tagung des Gauvereins Thüringen-Sachsen-Schlesien der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 12. und 13. Januar 1935 zu Dresden.

W. Hackel, Über den Sättigungseffekt der Dielektrizitätskonstante elektrolytischer Lösungen. S. 220.

Berichte:

W. Gnann, Das Isolationsvermögen von Bernstein, Quarzglas und Schwefel in trockener und feuchter Luft. S. 222.

Besprechungen:

F. Becker, Grundriß der Sphärischen und Praktischen Astronomie. S. 230.

Grimsehls Lehrbuch der Physik. Neubearbeitet von R. Tomaschek. Band II, Teil 2. S. 230.

R. Houwink, Kolloidforschung in Einzeldarstellungen. Band 11. S. 231.

M. A. Magnan, Actualités scientifiques et industrielles. Nr. XXXV, 1 u. 3. S. 231.

R. Lundegårdh, Die quantitative Spektralanalyse. II. S. 232.

Nachrichten. S. 232.

Berichtigung. S. 232.

Gesuche. S. 232.

Bericht über die Tätigkeit der Physikalisch - Technischen Reichsanstalt im Jahre 1934. S. 233.

ABHANDLUNGEN.

Bemerkungen zur Zustandsgleichung realer Gase.

Von Walter Fritz.

Zustandsgleichung und Joule-Thomson-Effekt.

1. Vor einiger Zeit hat E. J. M. Honigmann gezeigt [1], daß das Produkt pv aus Druck p und Volumen v und der Wärmeinhalt (Enthalpie) i bzw. die innere Energie u für verschiedene reale Gase und Dämpfe sich im ganzen experimentell bekannten Bereich gut durch eine Zustandsgleichung von der Form

$$d(pv) = \frac{n-1}{n}\, di \qquad (1)$$

bzw.

$$d(pv) = (n-1)\cdot du \qquad (1a)$$

wiedergeben lassen. n ist eine Konstante.

2. Der Joule-Thomson-Effekt ist thermodynamisch definiert durch die Bedingung, daß die Enthalpie während der (adiabatischen) Zustandsänderung konstant bleibt, d. h.

$$di = du + d(pv) = 0\,. \qquad (2)$$

Hierbei ist im allgemeinen $du \neq 0$ und $d(pv) \neq 0$; es tritt beim Joule-Thomson-Prozeß ein äußerer Arbeitsbetrag auf [2].

Hingegen lautet die Bedingung für den Joule-Thomson-Prozeß im Bereich der Zustandsgleichung (1), wie man aus Gleichung (2) sofort sieht,

$$du = 0\,; \quad d(pv) = 0\,. \qquad (3)$$

3. Wäre Gleichung (3) und damit Gleichung (1) allgemein gültig, so würde das bedeuten, daß für irgendein reales Gas der Gay-Lussac-Effekt (für welchen exakt $du = 0$) identisch wäre mit dem Joule-Thomson-Effekt, d. h. daß man bei adiabatischer Versuchsführung in beiden Fällen die gleiche Temperaturerniedrigung bekäme. Dies ist aber im allgemeinen nicht der Fall. Vielmehr ist die Temperaturdifferenz im Gay-Lussac-Versuch ($du = 0$) gegeben durch

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_u = -\frac{1}{c_v}\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_u; \qquad (4)$$

im Joule-Thomson-Versuch durch [3]

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_i = -\frac{1}{c_v}\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_i - \frac{1}{c_v}\left(\frac{\partial (pv)}{\partial p}\right)_i. \qquad (5)$$

Schon der äußere Aufbau von Gleichung (4) und (5) läßt erkennen, daß zwischen beiden Ansätzen ein weitgehender Unterschied besteht. Ganz deutlich wird dies und damit das Versagen von Gleichung (1) und (3) aber an folgendem. Beim Gay-Lussac-Versuch beobachtet man stets nur eine Temperaturerniedrigung, wenn man von ganz hohen Drücken (Vielfachen des kritischen Druckes) absieht, wo abstoßende Kräfte zwischen den Molekülen auftreten (bei Wasserstoff z. B. über 800 Atm., bei Stickstoff über 3000 Atm.):

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_u > 0 \quad \text{wegen} \quad \left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T > 0\,; \quad \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_u < 0\,,$$

vgl. Gleichung (4).

Der Joule-Thomson-Effekt dagegen hat eine Inversion, die im Flüssigkeitsgebiet bei tiefen Temperaturen und höheren Drücken, im Gasgebiet bei sehr hohen Temperaturen (das Mehrfache der kritischen Temperaturen) und normalen Drücken liegt. Diese Beobachtung äußert sich in Gleichung (5) darin, daß die beiden Glieder rechts im allgemeinen verschiedene Vorzeichen haben; außerdem wird nun aber ganz klar, daß $\frac{\partial(pv)}{\partial p}$ nicht nur nicht o sein kann, sondern sogar in der Nähe des Inversionspunktes von der Größenordnung des ersten Gliedes werden muß. Die Tatsache der Inversion allein schon ist also nicht in Übereinstimmung zu bringen mit der Zustandsgleichung (1).

Die Adiabatengleichungen.

Von weiterem Interesse ist in diesem Zusammenhang die vielgebrauchte Beziehung für die rein adiabatische Zustandsänderung, wie sie aus Gleichung (1) folgt. Man erhält aus (1) und der allgemeinen Bedingung für die adiabatische Zustandsänderung auf Grund des ersten Hauptsatzes

$$dq = di - vdp = o \qquad (6)$$

leicht die Adiabatengleichungen

$$pv^n = \text{const}, \qquad (7)$$

bzw. wie man thermodynamisch ableiten kann (vgl. auch Honigmann [1])

$$Tp^{-\frac{n-1}{n}} = \text{const}. \qquad (8)$$

Die beiden Adiabatengleichungen (7) und (8) sind also ganz spezielle, nur der Zustandsgleichung (1) zugeordnete Beziehungen. Gegen ihre allgemeine Anwendung ist der gleiche Einspruch zu erheben, wie nach den bisherigen Ausführungen gegen die Zustandsgleichung (1).

Anwendung auf die Dampftafeln.

Es bleibt nun noch übrig, die gemachten Darlegungen an Hand des vorliegenden Versuchsmaterials zu veranschaulichen. Der einfachste Weg hierfür ist, daß man feststellt, wie sich die Größe $\Delta(pv) = p_2v_2 - p_1v_1$ ändert, wenn ein reales Gas die Zustandsänderung $\Delta i = i_2 - i_1 = o$ erfährt. In der Praxis ist das aber nicht so leicht, da dafür in einem großen Bereich sehr genaue, voneinander unabhängige Versuchsdaten nicht nur von p und v, sondern auch von i bzw. u nötig sind. Für Luft hat H. Hausen [3] die experimentellen Ergebnisse eingehend erörtert und den Anteil $\left(\frac{\partial(pv)}{\partial p}\right)_i$ nach Gleichung (5) ausgerechnet. Als Beispiel lag außerdem aber besonders nahe der Wasserdampf, der sehr gut erforscht ist und von welchem genügend engmaschige Zahlentafeln vorhanden sind.

Hier stößt man aber auf eine eigentümliche Schwierigkeit. Bei der Darstellung der experimentellen Ergebnisse in Form von Dampftafeln hat man nämlich öfters von vornherein die Adiabatengleichung (8) zugrunde gelegt bzw. die dieser und damit der Gleichung (1) entsprechende Zustandsgleichung von der Form

$$vT^{\frac{1}{n-1}} = \Phi\left(pT^{-\frac{n}{n-1}}\right)$$

oder einer entsprechenden Form. Vgl. Honigmann [1], R. Mollier [4]. Diese Methode geht auf H. L. Callendar zurück. Auf solcher Grundlage aufgebaute Dampftafeln müßten also ohne weiteres schon Gleichung (3) bestätigen. Bei der wirklichen Ausführung der Dampftafeln hat man nun allerdings die reine Adiabatengleichung (8) bzw. die ihr entsprechende Zustandsgleichung immer bald etwas erweitern müssen, um die Tafeln an die experimentellen Ergebnisse besonders bei höheren Drucken anzupassen, vgl. z. B. R. Mollier [4]. Trotzdem scheint es, als ob man bei den Dampftafeln doch immer noch Einflüsse findet, die von der Wahl des Ausgangspunktes: „Adiabatengleichung (8) bzw. Zustandsgleichung (1)“ oder „rein empirischer Ansatz“ herrühren.

Solche Einflüsse werden im folgenden an einigen beliebig herausgegriffenen Beispielen der wichtigsten Dampftafeln gezeigt. In Tabelle I sind für verschiedene willkürliche Anfangswerte p_1, t_1, v_1 die Endpunkte p_2, t_2, v_2 aufgesucht, die man erhält, wenn man strömenden Dampf vom Zustand 1 auf den Druck p_2 adiabatisch drosselt, d. h. einen Joule-Thomson-Versuch $i_2 = i_1$ durchführt. Mit den aus den verschiedenen Tafeln entnommenen Werten der Zustandsgrößen kann man den Betrag $\Delta(pv) = p_2v_2 - p_1v_1$ berechnen; zum Vergleich der Größenordnung ist in Spalte 9 auch p_1v_1 in kcal umgerechnet angegeben. Es wurden möglichst nur Tafelwerte selbst (ohne Interpolation) ausgewählt. Aus diesem Grunde sind nicht für alle Tafeln die Anfangsbedingungen genau gleich. Ebenso erklären sich die aus dem englischen Maß in das deutsche Maßsystem umgerechneten Zahlen der amerikanischen (Keenan) und der englischen (Callendar) Tafeln.

Schon ein roher Überblick über die $\Delta(pv)$-Werte in Spalte 10 zeigt, daß offenbar auffallende Unterschiede zwischen zwei Gruppen von Tafeln

Tabelle I.

Werte für $\Delta(pv)_i$ nach verschiedenen Wasserdampf-Tafeln.

Dampftafel	p_1	t_1	v_1	$i_1 = i_2$	p_2	t_2	v_2	$p_1 v_1$	$\Delta(pv)$
	kg/cm²	°C	m³/kg	kcal/kg	kg/cm²	°C	m³/kg	kcal/kg	kcal/kg
Keenan 1930	70,31	315,6	0,0319	694,3	0,844	215,6	2,714	52,56	+ 1,10
	105,45	398,9	0,02506	737,9	7,734	315,6	0,3521	61,92	+ 1,88
	196,86	437,8	0,01262	727,6	2,109	287,8	1,244	58,19	+ 3,30
Knoblauch 1932	70	320	0,03276	698,7	0,8	226 7	2,930	53,72	+ 1,20
	100	400	0,02690	743,6	8	327,2	0,3475	63,01	+ 2,11
	200	440	0,01253	728,5	2	290,8	1,3200	58,70	+ 3,14
Mollier 1929	70	350	0,03672	721,8	1	270,8	2,554	60,21	− 0,38
	100	400	0,02773	742,1	8	321,8	0,3449	64,96	− 0,33
	200	450	0,01358	734,3	2	299	1,341	63,62	− 0,80
Callendar 1931	70,31	310,0	0,03196	693,7	1,265	210,0	1,783	52,68	+ 0,21
	105,45	398,9	0,02572	741,4	6,890	315,6	0,3955	63,58	+ 0,30
	196,86	437,8	0,01305	727,7	2,672	282,2	0,970	60,21	+ 0,51
Mollier 1932	70	330	$(pv)_1 = 2,3917$	705,6	1	240,2	$(pv)_2 = 2,4048$	56,01	+ 0,31
	100	390	$(pv)_1 = 2,6598$	733,7	10	310	$(pv)_2 = 2,6805$	62,29	+ 0,48
	200	440	$(pv)_1 = 2,5556$	724,2	1	279,2	$(pv)_2 = 2,5897$	59,85	+ 0,80

bestehen, die größer sind als die möglichen Ungenauigkeiten in den Tafeln selbst. Zur Erklärung muß man sich an folgendes erinnern: Die Dampftafeln von J. H. Keenan [5] und die von O. Knoblauch, Raisch, Hausen und Koch [6] sind mit Hilfe rein empirischer Formeln aus den experimentellen Daten entstanden, und zwar beruht die Keenansche Tafel im wesentlichen auf Volumenmessungen und Messungen des Joule-Thomson-Effektes, die Tafel von Knoblauch auf den Münchener c_p-Messungen. Für diese beiden Tafeln sind die $\Delta(pv)$-Werte tatsächlich nicht Null [7], sondern positiv [8] und wachsen mit dem Druckgefälle. Die Werte der beiden Tafeln stimmen außerdem überraschend gut überein.

Hingegen ist der ursprüngliche Ausgangspunkt der Tafeln von R. Mollier [4], [9] und von Callendar [10] die theoretische Adiabatengleichung, d. h. also praktisch die Zustandsgleichung (1). In Übereinstimmung mit den hier gemachten Ausführungen ist bei beiden Tafeln tatsächlich auch $\Delta(pv)$ praktisch o. Man muß dabei ja noch berücksichtigen, daß die Adiabatengleichungen zum Angleich an die experimentellen Ergebnisse etwas erweitert wurden; die neue Tafel von Mollier 1932 nähert sich schon deutlich den beiden Tafeln der anderen Gruppe; ihr liegen auch viel mehr experimentelle Daten zugrunde, die früher nicht bekannt waren.

Schlußbemerkung.

Selbstverständlich kann die Zustandsgleichung (1) trotzdem in gewissem Gebiet die experimentellen Ergebnisse recht gut wiedergeben, wie dies ja auch bei vielen Gasen der Fall ist. Dem entspricht auch, daß alle Dampftafeln, wenigstens die neueren von Mollier und Knoblauch, unter sich und innerhalb der Toleranzen der Internationalen Rahmentafeln [11] gut (dem damaligen Stand entsprechend) übereinstimmen. Andererseits folgt aus Tabelle I aber doch, daß man bei der Wahl des Ausgangspunktes für die Berechnung von Zahlentafeln die Zustandsgleichung (1) oder die Adiabatengleichung (7) und (8) nicht ohne Bedenken verwenden darf. Offenbar gestattet der Joule-Thomson-Prozeß eine sehr feine Prüfung der Dampftafeln.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß die Zustandsgleichung (1) und damit die viel benutzten Adiabatengleichungen (7) und (8), die praktisch in vielen Fällen die experimentellen Ergebnisse gut darstellen, grundsätzlich wichtigen thermodynamischen Forderungen widersprechen, und daß man bei der Wahl des Ausgangspunktes zur Berechnung von Zustandstafeln die Zustandsgleichung (1) verlassen oder doch nur mit Vorsicht anwenden sollte.

Literaturverzeichnis.

1] E. J. M. Honigmann, Physik. Zeitschr. **31**, 1064, 1930; ferner Zeitschr. f. techn. Phys. **11**, 474, 1930 s. auch Forschung Ing.-Wesen **2**, 261, 1931.
2] Vgl. Cl. Schaefer, Einführung in die theoretische Physik **2**, Teil 1, S. 185. Berlin 1921.
3] Vgl. H. Hausen, Zeitschr. f. techn. Phys. **7**, 444, 1930.
4] R. Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. 6. Aufl. Berlin 1929.
5] J. H. Keenan, Steam Tables and Mollier-Diagram. New York N. Y. 1930.

6] O. Knoblauch, E. Raisch, H. Hausen u. W. Koch, Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. München und Berlin 1932.
7] Daß bei der praktischen Berechnung wegen der Fehlermöglichkeiten natürlich der integrale Effekt $\Delta(pv)$ genommen wird, anstatt des differentialen Effektes $d(pv)$ wie in Gleichung (4) und (5), ändert am Grundsätzlichen nichts.
8] Über das wirkliche Vorzeichen und die Größenordnung von $\left(\frac{\partial(pv)}{\partial p}\right)_i$ bzw. $d(pv)_i$ kann die Thermodynamik nichts aussagen. Hierüber entscheidet die Zustandsgleichung. Immerhin kann man einiges Allgemeines aus der Tatsache der Inversion schließen: Im allgemeinen ist $d(pv)$ negativ; in einem Gebiet, das nicht allzu weit vom kritischen Punkt entfernt liegt, kann $d(pv)$ positiv sein, wie H. Hausen an Luft gezeigt hat. Im letzteren Bereich befinden wir uns aber augenscheinlich gerade beim Wasserdampf.
9] R. Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. 7. Aufl. Berlin 1932.
10] The revised Callendars steam tables, calculated by H. Moss. London 1931.
11] Rahmentafeln für Wasserdampf nebst Erläuterungen, VDI-Zeitschr. **75**, 187, 1931.

Berlin-Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

(Eingegangen 22. Februar 1935.)

VORTRÄGE VON DER 19. TAGUNG DES GAUVEREINS THÜRINGEN-SACHSEN-SCHLESIEN DER DEUTSCHEN PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT AM 12. UND 13. JANUAR 1935 ZU DRESDEN.

Walter Hackel (Jena), Über den Sättigungseffekt der Dielektrizitätskonstante elektrolytischer Lösungen.

Die Frage nach dem Vorhandensein und der Größe des Sättigungseffektes der Dielektrizitätskonstante (DK.) elektrolytischer Lösungen ist noch immer offen, und die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen darüber stehen miteinander in Widerspruch[1]).

Nach der Theorie hängt die DK. grundsätzlich nach zwei Richtungen hin von der Konzentration (m) der Lösungen ab. Einmal durch den Ionen-Wolken-Effekt, der eine Vergrößerung der DK. entsprechend $\sqrt{m}$ bewirkt und mehrfach experimentell nachgewiesen wurde, und ferner durch den Sättigungseffekt[2]), der eine Verkleinerung proportional m hervorrufen soll.

Es ist also die DK. $\varepsilon = \varepsilon_0(1 + a\sqrt{m} - bm)$, worin ε_0 die DK. des Lösungsmittels, ε die der Lösung bedeutet.

Die Theorie gilt nur für sehr verdünnte Lösungen, infolgedessen ist das Glied mit $\sqrt{m}$ nur in dem Fall von 1:1-wertigen Lösungen klein. Wir müssen also den Sättigungseffekt bei 1:1-wertigen Lösungen bei verschiedenen Konzentrationen, beginnend mit reinem Wasser, messen. Im Gegensatz zu früheren Messungen wird also keine Vergleichslösung benutzt, sondern es muß eine absolute Messung der DK. gemacht werden.

Um diese absolute Messung zu ermöglichen, mußte der Widerstand bei den verschiedenen Verdünnungen der Lösung durch einen Nebenschluß mit veränderlichem Widerstand ausgeglichen werden, so daß der gesamte Widerstand von Zelle und Nebenschluß stets konstant blieb. Dieser Nebenschluß mußte möglichst kurz und klein gemacht werden, so daß seine Selbstinduktion und Kapazität nicht merklich war. Zu dem Zwecke (vgl. Fig. 1) wurde das Flüssigkeitsgefäß

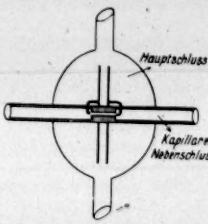

Fig. 1.
Flüssigkeitsgefäß mit kapillarem Nebenschluß.

so eingerichtet, daß die beiden runden Elektroden in der Mitte ein Loch bekamen. Durch dieses Loch wurde eine kurze Kapillare mit besonderen Zuführungen in das Gefäß eingeschmolzen und durch kurze in die Glasröhren eingeschmolzene Platindrähte mit den Elektroden verbunden. Diese Kapillare wurde nun mit verschiedenen Salzsäurelösungen gefüllt, um den Gesamtwiderstand des Gefäßes abzugleichen.

1) H. Sack, Physik. Zeitschr. **28**, 199, 1927; H. Hellmann und H. Zahn, Physik. Zeitschr. **27**, 636, 1926; Ann. d. Phys. **81**, 711, 1926; R. Skancke und E. Schreiner, Physik. Zeitschr. **28**, 597, 1927; R. Pechold, Ann. d. Phys. **83**, 427, 1927.
2) H. Sack, Physik. Zeitschr. **27**, 206, 1926; **28**, 199, 1927; P. Debye, „Polare Molekeln", S. 128, Leipzig 1929.

Der Sättigungseffekt soll frequenzunabhängig sein, demnach konnte die zur Messung dienende Wellenlänge so gewählt werden, daß einerseits die Messung der DK. genau genug war, andererseits die Selbstinduktion und Kapazität des Nebenschlusses verschwindend blieb. Ich wählte dazu eine Wellenlänge von 30 m.

Meßmethode.

Es wurde die Barretter-Methode[1]) angewandt, die schon mehrfach zur Messung der Leitfähigkeit und DK. von Lösungen benutzt worden ist. Die Schaltung ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Messung besteht darin, daß nach Abgleichung von Meßzweig und Vergleichszweig (I und II) eine Resonanzkurve durch Veränderung der Kapazität C_1 aufgenommen wurde. Diese Resonanzkurven verschieben sich in ihrer Höhe und seitlich, wenn sich der Widerstand und die DK. der Flüssigkeit ändern. Falls nur der Widerstand ein wenig geändert wird, die DK. aber konstant bleibt, so liegen die Scheitel der verschiedenen Resonanzkurven angenähert auf einer Geraden. Für eine andere DK. liegen die Scheitelpunkte

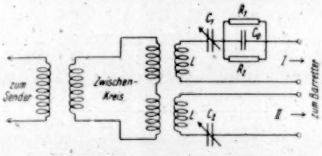

Fig. 2. Barretter-Anordnung.

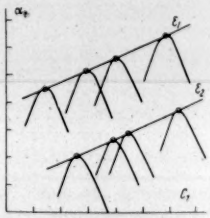

Fig. 3.
Resonanzkurven für verschiedene DK. (ε_1 und ε_2).

der Resonanzkurven auf einer Geraden, die um ein Stück verschoben ist (vgl. Fig. 3). In unserem Fall soll nur die DK. gemessen werden, infolgedessen kann die Messung so erfolgen, daß untersucht wird, ob die Scheitelpunkte der Resonanzkurven bei verschiedenen Konzentrationen nach Ausgleich der Widerstände auf einer geraden Linie liegen; in diesem Falle ist die DK. konstant. Liegen die Scheitelpunkte jedoch bei Änderung der Konzentrationen auf einer anderen Geraden, so ist eine Änderung der DK. eingetreten. Diese Art der Untersuchung ist insofern in unserem Falle bequem, weil es sehr schwierig ist, den Widerstand mit Hilfe des kapillaren Nebenschlusses wirklich genau abzugleichen.

Meßergebnisse.

Die Messungen wurden einmal an Lösungen von *LiF* gemacht, weil hier nach der Theorie ein besonders großer Sättigungseffekt zu erwarten war, und ferner an Lösungen von *KCl*, bei denen der Effekt wesentlich kleiner sein müßte. Nach

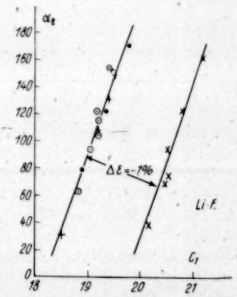

Fig. 4. Resonanzpunkte für 1) · H_2O, 2) + LiF $m = 0{,}40 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter, 3) ○ LiF $m = 1{,}72 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter, 4) × Wasser-Azeton-Gemisch.

der Theorie und den Messungen von Sack[1]) hätte der Effekt von der Grössenordnung 1 Proz. sein müssen. Das Ergebnis der Messungen ist in Fig. 4 und 5 dargestellt. Es bedeuten die Punkte (··) die Messungen mit reinem Wasser, die Kreuze (++)

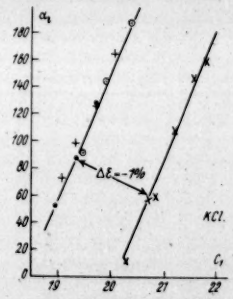

Fig. 5. Resonanzpunkte für 1) · H_2O, 2) + KCl $m = 0{,}25 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter, 3) ○ KCl $m = 1{,}05 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter, 4) × Wasser-Azeton-Gemisch.

1) O. Neese, Ann. d. Phys. [5], **8**, 929, 1931; M. Wien, Ann. d. Phys. [5], **8**, 929, 1931.

1) a. a. O.

die Messungen mit einer kleineren Konzentration, die Kreise mit Punkten (○○) die Ergebnisse mit einer größeren Konzentration. Die rechtsliegende 2. Gerade (××) ist mit einer Mi-

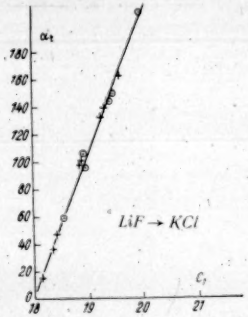

Fig. 6. Vergleich *LiF* gegen *KCl*, ○ *LiF* $m = 2{,}20 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter, + *KCl* $m = 1{,}32 \cdot 10^{-3}$ mol/Liter.

schung von Wasser und Azeton gewonnen worden, bei der die DK. 1 Proz. niedriger als die des reinen Wassers war. Wir sehen, daß die Verschiebung durch dieses 1 Proz. DK.-Änderung ziemlich erheblich ist. Die verschiedenen Punkte liegen sowohl bei *LiF* wie bei *KCl* annähernd auf einer Geraden. Die Abweichungen sind innerhalb der Fehlergrenzen und gehen nicht über 1 Promille hinaus. Berücksichtigt man, daß der Ioneneffekt eine Erhöhung der DK. bedingt, die bei der größten angewandten Konzentration (○○) bei *LiF* 0,8 Promille bei *KCl* 0,6 Promille beträgt, so müßten die Punkte mit Kreisen (○○) etwas nach rechts verschoben werden, was eine eben merkliche Wirkung der Sättigung bedeuten würde. Jedoch wäre diese Verschiebung im Mittel unter 1 Promille. Ein Unterschied zwischen *LiF* und *KCl* tritt nicht hervor.

Um die letzte Frage nochmals zu prüfen, wurde ein direkter Vergleich einer *LiF* Lösung mit einer *KCl* Lösung gleicher Leitfähigkeit ohne Nebenschluß durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Fig. 6 dargestellt und zeigen keine merklichen Unterschiede zwischen den beiden Salzen; die Differenz bleibt jedenfalls unter $^1/_2$ Promille.

Ergebnis.

Der Sättigungseffekt ist bei den benutzten Konzentrationen von etwa 1–2 Mol im Liter kaum merklich, jedenfalls unter 1 Promille. Der Unterschied zwischen den Effekten bei *LiF* und *KCl* ist unter $^1/_2$ Promille.

Herrn Geheimrat Wien schulde ich für die Anregung zu dieser Untersuchung und seine Ratschläge vielen Dank.

Jena, Physikalisches Institut der Universität.

BERICHTE.

Das Isolationsvermögen von Bernstein, Quarzglas und Schwefel in trockener und feuchter Luft.

Von W. Gnann.

Die Isolierstoffe von höchstem Isolationsvermögen, d. h. von einem spezifischen Widerstand von mehr als etwa 10^{18} Ohm cm, wie sie für hochempfindliche Elektrometer u. dgl. gebraucht werden, sind noch verhältnismäßig wenig untersucht worden. Solche Messungen sind schwierig wegen der Kleinheit der auftretenden Ströme und weil es nicht leicht ist, in feuchter Luft reproduzierbare Leitfähigkeit über die Oberfläche zu bekommen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen auf diesem Gebiet zusammenfassend darzustellen und die Lücken durch eigene Messungen zu schließen.

An früheren ausführlichen Untersuchungen über diesen Gegenstand liegen drei Arbeiten vor: Neumann[1]) untersuchte mit dem Hoffmannschen Vakuumelektrometer Volumleitfähigkeit und dielektrische Nachwirkungen von Bernstein, Schwefel und Paraffin. Seine Anordnungen waren kleine Schutzringkondensatoren von z. B. 2,56 mm Elektrodenabstand, 7,56 mm ⌀ der Elektrometerelektrode und 0,88 mm Abstand zwischen Elektrometer- und Schutzelektrode. Die Empfindlichkeit seiner Anordnung ist dem untersuchten Material entsprechend sehr groß. Die Leitfähigkeit über die Oberfläche kommt dabei nicht zur Messung.

Leiste[1]) untersucht Preßbernsteinstücke mit Oberfläche in trockener und feuchter Luft. Er gibt Reproduzierbarkeitsbedingungen für die Oberflächenbehandlung an. Um genügend große Oberfläche zu haben, verwendet er 36 Zylinder von 1 cm Länge und 1 cm ⌀ (im folgenden kurz „Einheitszylinder" genannt). Er mißt mit dem Quadrantelektrometer mit Kompensationsmethode. Gnann[2]) untersuchte im Anschluß an diese Arbeit mit derselben Meßmethode amorphen Quarz in trockener und feuchter Luft.

1) Neumann, Zeitschr. f. Phys. **45**, 717, 1927.

1) Leiste, Zeitschr. f. Phys. **62**, 646, 1930.
2) Gnann, Zeitschr. f. Phys. **66**, 436, 1930.

Diese Untersuchungen wurden durch eine neue, ausführliche Arbeit[1]) ergänzt. Neben weiteren Messungen an Bernstein-Einheitszylindern (zur Erhöhung der Genauigkeit an 72 Stücken) und Quarz sowie an einer Bernsteinplatte (Volumeffekt) wurde u. a. eine mechanisch günstigere Preßbernsteinsorte sowie Schwefel in trockener und feuchter Luft untersucht, ferner verschiedene Formen von Isolatoren.

Anordnungen.

Bei den letztgenannten Untersuchungen waren Schaltung und Meßmethode ähnlich wie bei Leiste (a. a. O.) und meinen früheren Untersuchungen über Quarz (a. a. O.) und werden daher hier nicht eingehender behandelt. Wiederum wurde mit dem Quadrantelektrometer mit Kompensationsmethode gemessen. Die Versuchsstücke sollten ähnliches Verhältnis von Umfang zu Querschnitt haben wie praktisch verwendete Durchführungen, Elektrometerisolationen u. dgl. Daher wurden wiederum meist mehrere kleine Probekörper verwendet, z. B. 72 Einheitszylinder. Die Einspannvorrichtung war von Fall zu Fall verschieden. Meist wurden drei Metallplatten verwendet, von denen die oberste und unterste durch Schrauben kräftig gegeneinander gepreßt werden konnten. Dazwischen befanden sich die Stücke; die mittlere Platte war Elektrometerelektrode. Zwischen Metallplatten und Endflächen der Versuchsstücke befand sich jeweils eine Preßgummiplatte, die in Aluminiumfolie eingeschlagen war und für innigen Kontakt zwischen Versuchskörpern und Elektroden zu sorgen hatte. (Eine solche Anordnung ist in Fig. 1 dargestellt.)

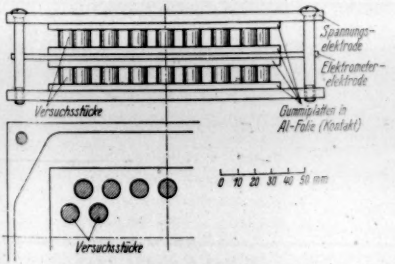

Fig. 1. Beispiel einer Anordnung zur Untersuchung von Einheitszylindern.

Die Feldstärken lagen im allgemeinen zwischen 100 und 2000 Volt/cm (Anodenbatterien). Die Luftfeuchtigkeiten wurden durch Schwefelsäure-Wassergemische hergestellt, getrocknet wurde mit metallischem Natrium. Sämtliche Messungen erfolgten bei Zimmertemperatur. Zur Temperaturkonstanthaltung wurde die Meßanordnung in einem Brutschrank von großer Wärmekapazität untergebracht. Außerdem wurden Temperaturschwankungen im Zimmer nach Kräften vermieden. Die Temperaturschwankungen in der Anordnung waren dadurch hinreichend klein und langsam.

Widerstand und Nachwirkungen.

Ganz allgemein kann man Ströme über Isolatoren in zwei Bestandteile zerlegen:

1. in den zeitlich unveränderlichen (oder infolge Ionenverarmung nur langsam sich ändernden) Dauerstrom oder Reststrom, der rein bei (unendlich) lange angelegter Gleichspannung an einem unveränderten Isolator auftritt;
2. in den zeitabhängigen Polarisationsstrom oder die dielektrische Nachwirkung, die nach einer Spannungsänderung zu beobachten ist. (Speziell nach Anschalten der Spannung, dem Reststrom überlagert, als Nachladestrom, nach Abschalten der Spannung rein als Rückstrom.)

In Fig. 2 ist der zeitliche Stromverlauf schematisch dargestellt. — Bei den hier beschriebenen Materialien ist durchweg der Nachlade- dem Rückstrom kongruent (in Fig. 2 die schraffierten Flächenstücke). Daher ist das Verhalten eines Isolators bei bestimmten Verhältnissen durch Angabe des Dauerstromes und der Rückstrom-Zeitkurve vollständig beschrieben. Der Rückstrom verläuft zeitlich mehr oder weniger nach der Kohlrauschschen Formel

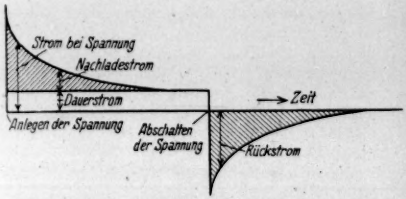

Fig. 2. Schematische Darstellung des zeitlichen Stromverlaufes.

$$J = a \cdot t^{-b}.$$

Die Rückstrom-Zeitkurven lassen sich daher am besten in logarithmischem Zeit- und Strommaßstabe darstellen.

Unter „Widerstand" ist im folgenden immer „Widerstand bei Dauerbeanspruchung" zu verstehen. Die Widerstandsangabe bei Messungen des Volumeffektes geschieht selbstverständlich

[1]) Gnann, Diss. Stuttgart 1934.

durch Angabe des spezifischen Widerstandes ϱ. Bei den Messungen mit Einheitszylindern tritt ein kombinierter Oberflächen- und Volumstrom auf. Die einfachste Vergleichsmöglichkeit bietet die Angabe des Widerstandes des Einheitszylinders (in dieser Arbeit immer mit R bezeichnet, bei Leiste „spezifischer Gesamtwiderstand" genannt). Er unterscheidet sich bei überwiegender Oberflächenleitung nur durch einen Faktor $1/\pi$ von dem spezifischen Oberflächenwiderstand.

Oberflächenbeschaffenheit und Reinigung.

Eindeutige Verhältnisse bekommt man nur bei sorgfältigster Reinigung der Oberflächen. Leiste reinigte seine mit Wiener Kalk und Alkohol hochglanzpolierten Bernsteinoberflächen, indem er einen Brei aus Magnesia und Leichtbenzin auftrug, nach dessen Trocknung und Entfernung die Oberflächen mit häufig in dest. Wasser ausgekochten Lappen abrieb, endlich auf 80° erhitzte. Aus Gründen der Handlichkeit und weil sich erwies, daß dies genügt, wurden bei meinen früheren Messungen an Quarz die Oberflächen lediglich mit gutem, rückstandfreiem Benzin abgespritzt und die Stücke darauf einige Stunden auf 80–100° erwärmt. Ein geeignetes Reinigungsverfahren für Quarzisolatoren ist das Erhitzen auf dunkle Rotglut in einem geeigneten Gefäß, evtl. mit Evakuieren. Die Bernsteinisolatoren wurden bei meiner neuen Arbeit, solange sie frisch poliert oder nicht allzu sehr verschmutzt waren, in der Weise gereinigt, daß sie kräftig mit Leinenlappen abgerieben wurden, die häufig und lange in dest. Wasser ausgekocht worden waren. Gleiches Ergebnis erhält man, wenn man die Lappen mit Alkohol im Soxhletapparat reinigt. Wenn die Form der Stücke es erlaubt, geschieht die Reinigung zweckmäßig auf der Drehbank. Stärker verunreinigte und länger benützte Stücke werden zweckmäßig nachpoliert[1]).

Es ist wichtig, auf die Möglichkeit, die Isolationen handlich zu reinigen, schon bei Konstruktion z. B. eines Elektrometers Rücksicht zu nehmen. – Staubniederschläge verschlechtern selbstverständlich die Eigenschaften[2]). Sie lassen sich durch Filtrieren der Luft durch Glaswolle vermeiden. (Die Luft in den Anordnungen meiner zweiten Arbeit wurde durchweg filtriert.)

Anläßlich einer Untersuchung über Raumladungen wurde folgendes beobachtet: Bei ungleichmäßig guter Reinigung einer Oberfläche treten an den schlechter gereinigten Stellen zusätzliche Raumladungen auf, die zusätzliche Nachwirkungen erwarten lassen. Bei der Reinigung muß also ein möglichst gleichmäßig guter Oberflächenzustand angestrebt werden.

Im folgenden sind die Ergebnisse der wichtigsten Untersuchungen über Widerstand und Nachwirkungen der hier behandelten Materialien zusammengestellt. Dabei sind meine eigenen, bisher unveröffentlichten Messungen etwas ausführlicher behandelt.

Preßbernstein II-101.

An der für Isolationszwecke gebräuchlichen Preßbernsteinsorte, von den Staatlichen Bernsteinwerken Königsberg als Sorte II-101 bezeichnet, fand Neumann als reinen Volumeffekt einen spannungsunabhängigen spezifischen Widerstand bei Dauerbeanspruchung von

$$\varrho_{20°} = 4 \cdot 10^{20} \text{ Ohm cm}$$

bei einem Temperaturgang von

$$\varrho_{20°}/\varrho_{30°} = 5\ ^{1}).$$

In Fig. 3 sind die Widerstandswerte nach Neumann in Abhängigkeit der Temperatur aufgezeichnet (außerdem einige weitere Daten, auf die weiter unten Bezug genommen wird).

An einer Bernsteinplatte von 340 × 120 × 10 mm, auf der Elektroden (Spannungs-, Elektrometer- und Schutzelektrode) aus angepreßter *Al*-Folie angebracht waren, wurde von mir als spezifischer Volumwiderstand

$$\varrho_{20°} = 3 \cdot 10^{20} \text{ Ohm cm}$$

gefunden. (Anfangs wurden $4 \cdot 10^{19}$ Ohm cm gemessen; durch Ionenverarmung stieg der Widerstand nach längerer Spannungsbeanspruchung auf obigen Wert an.)

Die Volumnachwirkungen nach Neumann und nach eigenen Messungen sind in Fig. 4 dargestellt, umgerechnet auf 1 Volt und einen Einheitszylinder bzw. einen Einheitswürfel. Sie sind dem Felde proportional. Bemerkenswert ist, daß sie erst nach ungefähr einem Tage auf einen Betrag von der

1) Zur Politur der Stücke vgl. auch S. 226, Fußnote 1.

2) Vgl. Leiste, a. a. O. S. 656.

1) Diese Werte ergeben sich aus den von Neumann gemessenen Strömen bei Dauerbeanspruchung 1,4; 4,7 und $8{,}3 \cdot 10^{-18}$ Amp. bei 21; 25,7 und 31,5°, der angelegten Spannung und den Dimensionen des Versuchsstückes. Der außerdem ausgerechnet angegebene Widerstand von $1{,}4 \cdot 10^{20}$ Ohm cm für 21° scheint ein Druckfehler, statt $4{,}4 \cdot 10^{20}$ zu sein. Leiste entnimmt der Neumannschen Arbeit einen Wert von $6 \cdot 10^{19}$ Ohm cm für 23°. Dieser Wert ist in der Arbeit nicht angegeben, er ergibt sich aus dem Temperaturkoeffizienten, der durch die Ströme bei 21 und 25,7° angedeutet ist, und dem mutmaßlich falschgedruckten Wert $1{,}4 \cdot 10^{20}$ Ohm cm für 21°.

Größe des Dauerstromes abklingen. Zwischen 17 und 31° findet Neumann keinen merklichen Temperatureffekt der Nachwirkungen[1]).

Ein Vergleich mit den oben angeführten spezifischen Volumwiderständen zeigt, daß man wohl auch im Hochvakuum noch eine Oberflächenleitfähigkeit hat[2]).

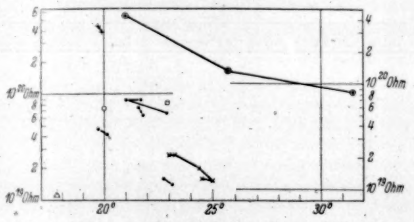

Fig. 3. Widerstand je Einheitszylinder (linker Maßstab) und spezifischer Widerstand (rechter Maßstab) für verschiedene Stoffe in Abhängigkeit der Temperatur.
○ Bernstein, Schutzringanordnung (Neumann).
+ Bernstein, Schutzringanordnung (eigene Messung).
□ Bernstein, Einheitszylinder, Vakuum (Leiste).
· Bernstein, Einheitszylinder, Trocknung, verschiedene Reinigungszustände (eigene Messung).
× Bernstein, Zentralelektrode, Trocknung.
○ Amorpher Quarz, Einheitszylinder, Trocknung.
△ Schwefel, Einheitszylinder Trocknung, 200 Volt.

Stücke mit Oberfläche bei Trocknung. Leiste untersuchte Einheitszylinder aus demselben Material. Zunächst sind seine Messungen im Hochvakuum interessant. Er fand einen Widerstand je Einheitszylinder von

$$R = 8{,}5 \cdot 10^{19}\ \text{Ohm}$$

Daraus errechnet sich ein spezifischer Volumwiderstand

$$\varrho \geq 6{,}4 \cdot 10^{19}\ \text{Ohm cm}.$$

Meine neuen Untersuchungen von Bernstein in trockener Luft (Anordnung siehe Fig. 1) bei Zimmertemperatur ergaben Dauerwiderstände je Einheitszylinder, die durchweg zwischen

$$R = 10^{19}\ \text{Ohm und } R = 10^{20}\ \text{Ohm}$$

lagen (Fig. 3). Streuung entsteht durch Temperaturabhängigkeit (Temperaturen zwischen 15 und 25°), Spannungsabhängigkeit (geringfügig), Ionenverarmung, Verschiedenheiten innerhalb der Sorte, unvermeidbare Verschiedenheiten des Oberflächenzustandes. Der Vergleich mit dem

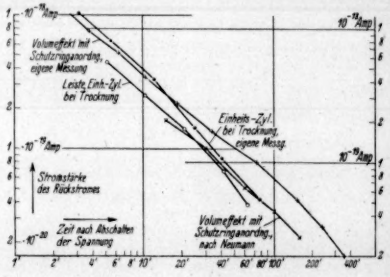

Fig. 4. Nachwirkungen, umgerechnet auf 1 Volt/cm und den Querschnitt $\pi/4$ cm² (1 Einheitszylinder, linker Maßstab) bzw. 1 cm² (rechter Maßstab) für Bernstein II—101 nach langer Spannungsbeanspruchung.

reinen Volumwiderstand (siehe oben) zeigt, daß auch in trockenster Luft die Preßbernsteinoberfläche eine erhebliche Leitfähigkeit hat, und zwar liegt der spezifische Oberflächenwiderstand in der Gegend von

$$R_0 = \pi \cdot R = 10^{20}\ \text{Ohm}.$$

Die Nachwirkungen bei Vakuum und bei Trocknung stimmen mit denjenigen an Versuchsstücken ohne Oberfläche (Schutzringkondensator) überein (Fig. 4).

Sie sind somit als Volumeffekt zu deuten. Sie klingen erst im Verlauf einiger Stunden auf einem Betrag von der Größe des Dauerstromes ab und tragen daher bei getrocknetem Preßbernstein (von gebräuchlichen Abmessungen) den Hauptanteil zu den Isolationsverlusten bei.

Preßbernsteinstücke mit Oberfläche bei Feuchtigkeit. Schlechter reproduzierbar als die Verhältnisse bei Trocknung sind die bei Feuchtigkeit. Sowohl Dauerströme als Nachwirkungen wachsen mit zunehmender Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes nach Leiste zeigt Fig. 5. Bei den Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden bei ungefähr 600 Volt ähnliche Verhältnisse gefunden. Im Gegensatz zu Leiste wurde aber eine mit der Feuchtigkeit stark anwachsende Spannungsabhängigkeit des

1) Neumann mißt primär Ladungen und ermittelt erst daraus Ströme. Es ist gelegentlich von praktischem Interesse, das Zeitintegral des Stromes bis zu einem bestimmten Zeitpunkt nach An- oder Abschalten der Spannung zu kennen. Dasselbe findet sich für den Volumeffekt in der Arbeit von Neumann angegeben.

2) Da Leiste die Diskrepanz bei Neumann (siehe S. 224 rechte Spalte, Fußnote 1 dieser Arbeit) nicht auffiel, deutete er seinen Widerstand im Vakuum wegen der scheinbaren Übereinstimmung mit Neumann als Volumwiderstand.

Widerstandes festgestellt, die die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes bei kleinen Feldstärken sehr wirksam verkleinert[1]). Die Verhältnisse waren von Reinigungszustand zu Reinigungszustand etwas verschieden, sie waren meist ähnlich wie für Sorte o–180 in Fig. 7 dargestellt.

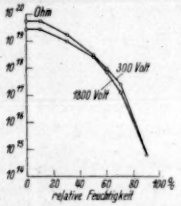

Fig. 5. Bernstein II—101 nach Leiste, Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes des Einheitszylinders bei Dauerbeanspruchung mit Gleichspannung.

Die von mir gefundene Feuchtigkeitsabhängigkeit der Nachwirkungen stimmt mit der von Leiste festgestellten (Fig. 6) gut überein. Im untersuchten Bereich waren die Nachwirkungen proportional der Feldstärke bei allen Feuchtigkeiten.

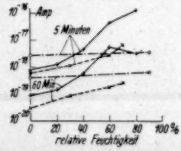

Fig. 6. Nachwirkungen je Einheitszylinder, 5 und 60 Minuten nach Abschalten der Spannung, Feuchtigkeitsabhängigkeit.
×- - - × Bernstein.
+——+ Quarz.
○·····○ Schwefel.

1) Als Ursache dieser Erscheinung, die bei meinen anderen Messungen an Bernstein ähnlich auftrat, kommt folgendes in Frage: Infolge von Ungleichmäßigkeiten eines Adsorbens kann die Adsorption in „Inseln" stattfinden. Für die Adsorption von Wasser an Preßbernstein ist dies insofern wahrscheinlich, als dieser eine körnige Struktur besitzt. Man kann nun annehmen, daß diese Inseln sich je nach angelegtem Feld durch elektrostatische Kräfte mehr oder weniger in Feldrichtung strecken und teils zusammenfließen, und dadurch den Widerstand mit wachsender Feldstärke verkleinern. — Ein nachträglicher Vergleich zeigte, daß Leiste seine Bernsteinstücke stärker polierte, als ich die meinen. Offenbar kann man durch genügend langes Polieren — besonders wegen der Löslichkeit von Bernstein in Alkohol — größere Gleichmäßigkeit der Oberfläche und dadurch Gleichmäßigkeit der Wasseranlagerung erhalten. — Da die Nachwirkungen der Feldstärke proportional waren, kommt ein Sättigungszustand der Polarisation für Deutung des spannungsabhängigen Widerstandes von vornherein nicht in Frage.

Eine Anzahl sonstiger Messungen an Sorte II-101 zeigten, daß innerhalb der Sorte gewisse Unterschiede zwischen den einzelnen Lieferungen bestehen können (die sich auch schon im etwas verschiedenen Aussehen andeuten). Diese Unterschiede betreffen weniger die Eigenschaften bei Trocknung, als die bei Feuchtigkeit. Stärkere Abweichungen, insbesondere wesentlich ungünstigere Verhältnisse, als hier geschildert, wurden indessen nie festgestellt.

Bernsteinsorte o-180.

Im Rahmen meiner neuen Untersuchungen wurde auch eine zweite Preßbernsteinsorte behandelt. Wie uns die Staatlichen Bernsteinwerke Königsberg freundlicherweise mitteilten, wird diese Sorte o-180 aus demselben Ausgangsmaterial wie Sorte II-101 dadurch hergestellt, daß das Material nach der Formgebung in der Form eine nachträgliche Wärmebehandlung durchmacht. Dabei sinkt der Gehalt an Bernsteinsäure. Das Material o-180 sieht beträchtlich heller aus als II-101 und ist ebenfalls durchsichtig. Wichtig ist, daß o-180 bessere mechanische Eigenschaften hat als II-101, z. B. Biegungsfestigkeit 300–350 kg/cm² gegenüber 120 bis 150 kg/cm².

Der Widerstand bei Trocknung war durchschnittlich kleiner als bei Sorte II-101. Es ergaben sich zwischen 20 und 25° C bei 100 bis 1000 Volt/cm Dauerwiderstände je Einheitszylinder von

$$R = 5 \cdot 10^{18} \quad \text{bis} \quad 5 \cdot 10^{19}\ \Omega\text{hm}$$

(vgl. S. 225 und Fig. 3).

Die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes war ungefähr gleich groß wie bei der Sorte II-101. Wiederum wurde — hier meist schon bei Trocknung — eine mit der Feuchtigkeit zunehmende Spannungsabhängigkeit des Widerstandes gefunden, die bei großen Feuchtigkeiten bei einigen Reinigungszuständen erstaunliche Werte erreichte. (Ein Beispiel zeigt Fig. 7.)

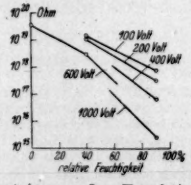

Fig. 7. Bernstein o—180, Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes des Einheitszylinders.

Auffallend und wichtig ist, daß keine beträchtliche Feuchtigkeitsabhängigkeit der

Nachwirkungen festzustellen war. Die Nachwirkungen zeigten sich bei einigen Reinigungszuständen ohne jede erkennbare Ursache bei unveränderten Stücken schlecht reproduzierbar. Sie waren (außer bei zwei Zuständen mit nicht genügend sorgfältiger Reinigung) durchweg von ungefähr gleicher Größe wie bei Sorte II-101 bei Trocknung.

Im ganzen können die beiden untersuchten Bernsteinsorten als ungefähr gleichwertig bezeichnet werden. Wenn es sich darum handelt, bei Trocknung während einiger Stunden eine Ladung zu isolieren, so wird Sorte II-101 um eine Kleinigkeit geeigneter sein wegen des größeren Widerstandes bei Dauerbeanspruchung und Trocknung. Das Fehlen der Feuchtigkeitsabhängigkeit der Nachwirkungen bei o-180 kommt insofern nicht allzu sehr zur Geltung, als auch bei II-101 der Dauerstrom mit der Feuchtigkeit stärker wächst als der zeitabhängige Stromanteil. Die günstigeren mechanischen Eigenschaften von o-180 werden unter Umständen mit ins Gewicht fallen.

Quarzglas.

Zunächst seien die Ergebnisse der früheren Untersuchung erwähnt[1]). Bei Trocknung war der Dauerwiderstand je Einheitszylinder bei 20°

$$R = 8 \cdot 10^{19}\ \text{Ohm},$$

also von ganz ähnlichem Betrage wie für Bernstein (Fig. 3). Daraus ergibt sich für den spezifischen Widerstand

$$\varrho \geq 6 \cdot 10^{19}\ \text{Ohm cm}.$$

Die Nachwirkungen bei Trocknung waren, bis auf weiter unten beschriebene Ausnahmen, wenig größer als bei Bernstein (Fig. 10).

Die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes (Fig. 8) war beträchtlich

Fig. 8. Amorpher Quarz, Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes des Einheitszylinders.

größer als bei Bernstein (Fig. 5 und 7), ebenso die Zunahme der Nachwirkungen mit der Luftfeuchtigkeit (Fig. 6).

Einige dieser Ergebnisse wurden neuerlich bestätigt. So wurde bei 80 und 90 Proz. relativer Feuchtigkeit mit dem Galvanometer gemessen. Bei verschiedenen Reinigungszuständen ergaben sich spannungsunabhängige Widerstandswerte je Einheitszylinder bei

80 Proz. relativer Feuchtigkeit zwischen $4 \cdot 10^{12}$ und $2 \cdot 10^{13}$ Ohm, bei

90 Proz. relativer Feuchtigkeit zwischen $3 \cdot 10^{11}$ und $6 \cdot 10^{12}$ Ohm (Abb. 8).

Auch bei Trocknung ergaben sich übereinstimmende Verhältnisse (mit dem Elektrometer untersucht). Die Übereinstimmung ist um so bemerkenswerter, als bei den früheren Messungen mit Benzin gereinigt wurde, während bei den letzterwähnten Messungen mit ausgekochten Leinenlappen abgerieben wurde.

Bei einer weiteren Folge von Messungen wurden die Quarzstücke dadurch gereinigt, daß sie in einem Quarzrohr in Luft auf dunkle Rotglut erhitzt wurden. Soweit untersucht (Trocknung und 40 Proz. rel. Feucht.), ergaben sich übereinstimmende Verhältnisse gegenüber den oben erwähnten Messungen.

Die Nachwirkungen bei Trocknung wichen in einigen Ausnahmefällen von den normalen Beträgen ab. Bei zwei verschiedenen Reinigungszuständen wurden nämlich, nachdem erst bei Trocknung normale Werte gefunden, darauf einige Messungen bei verschiedenen Feuchtigkeiten ausgeführt worden waren, bei erneuter Trocknung auffallend kleine und rasch abklingende Rückströme gemessen (bei den untersuchten Zeiten um einen Faktor zwei bis drei kleinere als die normalen). Dies fällt besonders deshalb auf, weil die sonst und vorher gefundenen Rückströme sehr gut miteinander übereinstimmen. Die Ursache des Effekts und die Frage, ob und wie er sich sicher reproduzieren läßt, ist noch nicht geklärt. Vielleicht deutet er darauf hin, daß bei Quarz (im Gegensatz zu Bernstein) die Nachwirkungen bei Trocknung zum großen Teil Oberflächeneffekt sind. — Messungen des reinen Volumeffekts an Quarzglas liegen bis jetzt nicht vor.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß amorpher Quarz dem Preßbernstein bei Trocknung ebenbürtig ist, daß seine Eigenschaften aber durch Luftfeuchtigkeit stärker verschlechtert werden, als die von Preßbernstein.

[1]) Gnann, a. a. O.

Schwefel.

An kristallinem, gegossenem Schwefel fand Neumann einen spannungsunabhängigen spezifischen Volumwiderstand von

$$\varrho = 2 \cdot 10^{19} \text{ Ohm cm},$$

an einem gepreßten Versuchsstück

$$\varrho = 2{,}3 \cdot 10^{18} \text{ Ohm cm}.$$

Die Nachwirkungen waren ungefähr doppelt so groß als an Preßbernstein (siehe Fig. 10).

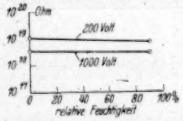

Fig. 9. Schwefel, Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes des Einheitszylinders.

Um die Feuchtigkeitseinflüsse zu untersuchen, stellte ich gegossene Einheitszylinder her. Dabei wurde reinster kristallischer Schwefel (Merck Nr. 7987) in Stahlhülsen gegossen. (Es zeigte sich, daß der Schwefel an einer frisch polierten Oberfläche anhängt. Man muß die Hülsen nach der Bearbeitung einige Tage stehenlassen oder sie kurz auf 200° erhitzen. Vermutlich hindert die dabei entstehende Oxydhaut die Bildung von Schwefeleisen beim Guß. — Selbstverständlich muß sehr vorsichtig geschmolzen und sehr viel überschüssiger Schwefel aufgegossen werden.)

Widerstand und Nachwirkungen erwiesen sich als unabhängig von der Luftfeuchtigkeit (Fig. 6 und 9). Der Dauerwiderstand wurde, im Gegensatz zu Neumann, als feldabhängig gefunden und betrug (endgültig, nach einer Zunahme infolge Ionenverarmung um 50 Proz.) je Einheitszylinder

$$R = 1{,}6 \cdot 10^{19} \text{ Ohm bei } 100 \text{ Volt/cm},$$
$$R = 1{,}1 \cdot 10^{18} \text{ Ohm bei } 2000 \text{ Volt/cm}.$$

Daraus ergibt sich ein spezifischer Widerstand von $> 1{,}2 \cdot 10^{19}$ bzw. $> 8{,}6 \cdot 10^{17}$ Ohm cm (Fig. 3).

An einer Schwefelstange von 300 cm Länge und 20 mm ⌀ mit radialem Feld wurden übereinstimmende Werte gefunden.

Die Nachwirkungen waren bei den Einheitszylindern ungefähr das 3fache, bei der Schwefelstange mit zentraler Elektrode ungefähr das 20fache gegenüber den Werten bei Neumann. Sehr wahrscheinlich beruht dieser Unterschied darauf, daß Neumann im Vakuum gegossen hat. Flüssiger Schwefel löst Luft, die beim Erstarren Porenbildung begünstigt. Solche Poren lassen eine Vergrößerung der Nachwirkungen erklärlich erscheinen (Maxwellsche Aufladung der Begrenzungsflächen).

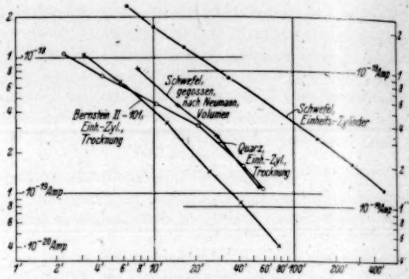

Fig. 10. Nachwirkungen pro Volt und Einheitszylinder (linker Maßstab) bzw. pro Volt/cm und cm² Querschnitt (rechter Maßstab) für verschiedene Stoffe.

In Fällen, in denen keine Trocknung möglich ist, ist Schwefel also ein vorzüglich geeignetes Material. Wegen der Einfachheit und Billigkeit der Herstellung geeigneter Isolatoren ist er auch für behelfsmäßige Konstruktionen im Laboratorium sehr zu empfehlen.

Polystyrol; Stücke mit Überzügen.

Des weiteren wurde ein Produkt der I. G. Farbenindustrie untersucht, das nach seiner chemischen Beschaffenheit kleine Feuchtigkeitsabhängigkeit seiner Eigenschaften erwarten läßt. Das Material wurde uns in freundlicher Weise von der genannten Firma überlassen und wird als „Polystyrol" bezeichnet. Der Widerstand je Einheitszylinder ergab sich zu ungefähr 10^{16} Ohm bei Trocknung; die Nachwirkungen waren ungefähr 300 mal so groß als die von Bernstein. Bei 60 Proz. rel. Feuchtigkeit war der Widerstand wenig kleiner, die Nachwirkungen waren aber ebenfalls kleiner als bei Trocknung. Das verleitete zu dem Versuch, Bernsteinstücke mit einem Überzug von Polystyrol zu versehen.

Die Überzüge wurden aus einer Lösung von Polystyrol in Benzol aufgebracht. Der Erfolg war negativ insofern, als Widerstand bzw. Nachwirkungen ungefähr im selben Maße mit der Feuchtigkeit ab- bzw. zunahmen, wie bei Bernstein ohne Überzug.

Ebensowenig gelang der Versuch, die Feuchtigkeitsabhängigkeit der Eigenschaften von Quarzglas durch Aufbringen einer Zeresinhaut aus Lösung in Äther zu beseitigen[1]).

Bernsteinstücke verschiedener Länge.

Untersuchungen an verschieden langen Bernsteinstücken und Vergleich mit den Messungen von Neumann und Leiste zeigten, daß in erster

1) Vgl. dazu auch Leiste, a. a. O., S. 666 und Fig. 28.

Näherung bei verschieden langen Stücken (wie zu erwarten) bei gleicher Feldstärke gleiche Nachwirkungen auftreten. Genauer betrachtet klangen die Nachwirkungen um so rascher ab, je schlanker die Stücke waren, d. h. je größer das Verhältnis Länge zu Querschnitt war. Dieser Effekt bedürfte noch eingehender Untersuchung zur Sicherstellung und Deutung. Die Verhältnisse bei Feuchtigkeit wurden nicht näher untersucht.

Bei manchen bisher gebräuchlichen Konstruktionen vermißt man die Berücksichtigung der eigentlich selbstverständlichen Forderung, den Querschnitt des Isolators möglichst klein, seine Länge nicht zu klein zu machen[1]). Insbesondere in Fällen, wo man gut trocknen kann, ist es lohnend, am Querschnitt des Isolators zu sparen, da die Nachwirkungen, die bei guten Isolatoren bei Trocknung den Hauptanteil der Isolationsverluste ausmachen, bei Trocknung ganz oder vorwiegend Volumeffekt sind. Statt mancher der bisher üblichen umfangreichen Durchführungen sind Bernstein- oder Quarzscheibchen von 20 mm äußerem ⌀ und wenigen Millimetern Stärke mit glatter Oberfläche zu empfehlen.

Wirkung von Normalkomponenten der Feldstärke.

An Stücken, die längs eines Teiles ihrer Oberflächen in gewissem Abstand von Metallhülsen (verlängerten Elektroden) umgeben waren, zeigte sich, daß dadurch die Nachwirkungen und deren Feuchtigkeitsabhängigkeit stark vergrößert werden können. Sehr wahrscheinlich ist folgendes die Ursache:

Der Feldverlauf sofort nach Anlegen der Spannung sieht beträchtlich anders aus als das stationäre Feld. Für den ersten Augenblick werden nur die geometrischen Verhältnisse und die Dielektrizitätskonstanten maßgebend sein; nach langer Beanspruchung wird das Feld in Richtung der stationären Stromfäden verlaufen, die sich nach den Leitfähigkeiten richten. Ist die Oberflächenleitfähigkeit groß gegenüber Volum- und Luftleitung, so werden in der Oberflächenschicht die stationären Feldlinien tangential verlaufen, gleichgültig wie das Anfangsfeld aussah. Zur Erzwingung dieses endgültigen Feldzustandes entstehen Raum- bzw. Oberflächenladungen. Das Entstehen bzw. Abfließen dieser Ladungen gibt einen Beitrag zum Nachlade- bzw. Rückstrom. Dieser Effekt wird um so ausgeprägter sein, je stärker die Oberflächenleitung gegenüber der Volum- und Luftleitung überwiegt.

Geringere Feldstärkekomponenten senkrecht zur Oberfläche scheinen keine große Wirkung zu haben. Stärker ausgeprägte Felder aus der Luft in den Isolator übertretend, sind zweckmäßig zu vermeiden. Sie geben zusätzliche Nachwirkungen.

Wellung der Oberfläche erwies sich als unlohnend. Bei Trocknung bietet sie keine Verbesserung; bei Feuchtigkeit wirken sich die auftretenden Normalkomponenten der Feldstärke in Vergrößerung der Nachwirkungen ungünstig aus.

Bernsteinstücke in radialem Feld.

Durch die häufige Verwendung von Isolatoren mit radialer Feldbeanspruchung war ein Interesse an Untersuchung solcher Stücke gegeben. Es wurden Bernsteinstücke der Sorte II-101 untersucht. Um mit den Messungen an Einheitszylindern vergleichen zu können, mußten sie so dimensioniert werden, daß sie gleiches Verhältnis Oberflächenleitfähigkeit/Volumleitfähigkeit erwarten ließen, wie Einheitszylinder. Dies ist der Fall bei Scheiben von 5 mm Stärke. Äußerer ⌀ war 20 mm, innerer ⌀ 2 mm, Stückzahl 72.

Um beurteilen zu können, was gegenüber Einheitszylindern zu erwarten ist, berechnet man nach der Formel für den Zylinderkondensator aus äußerem und innerem Radius und Spannung die Feldstärke und den Stromquerschnitt für einen beliebigen Radius. Dem Produkt aus Feldstärke und Stromquerschnitt sind die Nachwirkungen und Dauerströme proportional[1]). Infolge der Feldabhängigkeit des Widerstandes bei Feuchtigkeit wird bei inhomogenem Feld ein Raumladungsanteil von anderer Natur auftreten als bei homogenem Feld. Dadurch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, daß in den Isoliereigenschaften radial beanspruchter Stücke Unterschiede gegenüber homogen beanspruchten Isolatoren vorhanden sind. Die sogleich geschilderten Ergebnisse zeigten indessen, daß solche Unterschiede in größerem Ausmaße nicht bestehen.

Widerstand (Fig. 3) und Nachwirkungen stimmen bei Trocknung sehr gut mit den Ergebnissen an Einheitszylindern überein.

Dasselbe gilt für die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Widerstandes. Die gefundene Feuchtigkeitsabhängigkeit der Nachwirkungen ist verhältnismäßig klein. Im ganzen läßt sich feststellen, daß durch Feldinhomogenität an

1) Feldrichtung als Längsrichtung aufgefaßt.

1) Beim idealen Dielektrikum ist dieses Produkt vom Radius unabhängig. Da praktisch indes zweifellos Raumladungen auftreten, stellt das berechnete Produkt einen Mittelwert dar.

sich (wenn nicht die Oberfläche in starkem Maße von Feldlinien geschnitten wird) kein besonderer Effekt größeren Ausmaßes auftritt.

Superpositionsgesetz.

Von früheren Verfassern wurde festgestellt, daß die dielektrischen Nachwirkungen das Gesetz der unabhängigen Überlagerung befolgen. Dieses Gesetz bestätigte ich an Bernstein mit Oberfläche bei 60 Proz. rel. Feuchtigkeit durch Vergleich der Rückstrom-Zeitkurven nach verschieden langer Spannungsbeanspruchung. Auf Grund des Gesetzes der unabhängigen Überlagerung kann man aus der Rückstrom-Zeitkurve nach (unendlich) langer Spannungsbeanspruchung die Rückstrom-Zeitkurve nach kurzzeitiger Spannungsbeanspruchung konstruieren. Man hat nämlich a Sekunden nach Abschalten einer b Sekunden lang angeschalteten Spannung einen Rückstrom, der sich ergibt als Differenz des Rückstromes, den man a Sekunden nach Abschalten der unendlich lange angelegten Spannung mißt, abzüglich des Rückstromes, den man $a + b$ Sekunden nach Abschalten der unendlich lang angelegten Spannung erhält.

Ionenbeweglichkeit und Ionendichte.

Die bei meinen Messungen ziemlich häufig beobachteten Ionenverarmungsvorgänge bieten eine Möglichkeit, auf die Ionenbeweglichkeit und damit auch auf die Ionendichte Schlüsse — allerdings nur ziemlich roher Art — zu ziehen. Für das Bernsteinvolumen ergab sich größenordnungsmäßig als Ionenbeweglichkeit 10^{-8} bis 10^{-9} cm/sec pro Volt/cm, als Ionendichte 10^{7}/cm³.

Die hier erstmals veröffentlichten Untersuchungen wurden im Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Stuttgart ausgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Regener, spreche ich für die vielseitigen Anregungen und die Unterstützung bei Durchführung der Arbeit meinen ergebensten Dank aus.

Dank gebührt ferner den Staatlichen Bernsteinwerken Königsberg für mehrmalige Überlassung von Untersuchungsmaterial.

Stuttgart, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule.

(Eingegangen 4. Februar 1935.)

BESPRECHUNGEN.

Fr. Becker, Grundriß der Sphärischen und Praktischen Astronomie. 8°. 167 S. Mit 59 Abb. Berlin u. Bonn 1934. Ferd. Dümmler. Kart. RM 4.80, geb. RM 6.50.

Wir besitzen drei deutschsprachige Lehrbücher der sphärischen Astronomie, von denen zwei, die von Brünnow und Herr-Tinter aus den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts stammen. Das Lehrbuch von de Ball trägt die Jahreszahl 1912. Wenn auch die sphärische Astronomie ein im wesentlichen abgeschlossenes Gebiet ist, so sind diese Bücher doch heute veraltet, und eine Neubearbeitung des Themas ist sehr erwünscht. Dieser Wunsch ist bisher noch nicht in Erfüllung gegangen, auch nicht durch das Büchlein von Becker, denn der Raum von 167 Seiten ist für ein so großes Gebiet viel zu gering. Aber es hat jedenfalls in der Absicht von Verlag und Verfasser gelegen, nur einen wohlfeilen Grundriß zu schaffen, den der Anfänger als Vorbereitung auf das Studium der größeren Werke zur Hand nehmen kann. Es ist alles behandelt, was irgendwie zum Thema gehört, so im ersten Kapitel die Grundlagen, Koordinatensysteme und Zeitmessung. Kapitel 2, die Reduktion astronomischer Beobachtungen, bringt die Präzession und Nutation, die Parallaxe, die Aberration und die Refraktion. Kapitel 3 ist der scheinbaren und wahren Bewegung der Himmelskörper und den Bedeckungen und Finsternissen gewidmet. Das Schlußkapitel 4 behandelt die praktische Positionsastronomie. Vorangestellt ist eine kleine Instrumentenkunde. Es folgen: Zeit- und Polhöhenbestimmung, Bestimmung von Sternörtern, visuell und photographisch, Bestimmung der fundamentalen astronomischen Konstanten und schließlich die Messung von Sternparallaxen und -Eigenbewegungen. Angefügt ist noch ein Anhang von 20 Seiten mit der Interpolationsrechnung, der Ausgleichungsrechnung und den Grundzügen der Kartenentwurfslehre. Dieser Anhang wäre vielleicht am besten ganz weggefallen. Statt dessen hätten andere Kapitel etwas mehr ausgebaut werden können. Leider finden sich in dem Büchlein auch einige offenbare Unrichtigkeiten.

Trotz des vorliegenden Grundrisses bleibt der Wunsch nach einem modernen ausführlichen Lehrbuch bestehen, welches bei präziser und erschöpfender Behandlung des Stoffes die oft etwas zu weit getriebene Ausführlichkeit der alten Werke vermeidet.

W. S.

Grimsehls Lehrbuch der Physik. Neubearbeitet von R. Tomaschek. Band II, Teil 2. 6. Auflage. 8°. VII und 426 Seiten. Mit 313 Abbildungen im Text. Leipzig 1934. B. G. Teubner. Gebunden RM 14.—.

Mit dem vorliegenden Teil ist die Neubearbeitung des bekannten und geschätzten Werkes abgeschlossen. Während in den früher erschienenen Teilen (Bd. I: Mechanik, Wärme, Akustik; Bd. II: Elektromagnetisches Feld, Optik) die klassische Physik mit ihren Anwendungen behandelt wurde, sind in dem letzten Teil die Erscheinungen und

Theorien zusammengefaßt, die mit der Wechselwirkung zwischen elektromagnetischem Feld und Materie zusammenhängen. Im I. Abschnitt wird der elektrische Aufbau der Materie behandelt (86 Seiten), es folgen II. die Physik der Kerne (19 Seiten), III. Wechselwirkung von Strahlung und Materie (93 Seiten), IV. Wellen- und Korpuskelcharakter bei Strahlung und Materie (54 Seiten), V. Bau der höheren Atome (77 Seiten), VI. der Moleküle (34 Seiten) und VII. der zusammenhängenden Materie (20 Seiten), VIII. Elektrodynamik bewegter Medien (24 Seiten) sowie IX. eine Übersicht über die Materie im Weltraum (7 Seiten). Eine große Zahl guter Abbildungen und viele Tabellen unterstützen den Text, der Anhang enthält eine Tafel mit physikalischen Konstanten und drei Tafeln zum Periodischen System.

Wie man sieht, haben damit die neueren Gebiete der Physik eine zusammenhängende und ausführliche Darstellung erfahren, die fast vollständig auf den Bearbeiter zurückgeht. Eine engere Einheit bilden dabei die ersten fünf Abschnitte. So sind in Abschnitt I–III die Tatsachen bei aller sachlichen Vollständigkeit doch zugleich unter solchen Gesichtspunkten dargestellt bzw. zusammengefaßt, daß die allmähliche Entwicklung der Atomvorstellungen von Lenard über Rutherford bis Bohr den leitenden Gesichtspunkt gibt; dabei wird das Wirkungsquantum mit den grundlegenden Erkenntnissen Plancks bei der Temperaturstrahlung eingeführt. Die großen Leistungen des Bohrschen Atommodells werden dargelegt, jedoch sogleich seine Unvollkommenheiten aufgezeigt und in Abschnitt IV dann die Tatsachen behandelt, die über de Broglies Ideen zur Schrödingerschen Wellenmechanik führten. Hierbei wird eingehend die Zweiseitigkeit (Welle-Lichtquant) in der Auffassung der Strahlungserscheinungen beleuchtet und gezeigt, wie diese Zweiseitigkeit nun auch auf die wägbare Materie übergreift. Die Matrizenmechanik Heisenbergs wird nur angedeutet, seine Unbestimmtheitsbeziehung jedoch in durchgerechneten Beispielen erläutert. Die mathematischen Grundgedanken der Schrödingerschen Methode werden eingehend dargelegt und ihre Erfolge aufgezeigt (u. a. bei der Radioaktivität und den Atomverbindungen), dagegen nimmt der Verfasser eine abwartende Haltung ihrer theoretischen Deutung gegenüber ein und begründet das im Vorwort: „. . . ich habe mich bemüht . . ., stets die Tatsachen in den Vordergrund zu stellen . . . angesichts der Gefahr der Unvollkommenheit und Einseitigkeit der zu ihrer Zusammenfassung benutzten Gedankengänge. Gerade die Stellen, wo ein Bild Unstimmigkeiten zeigt, sind es, die den Keim zukünftiger Entwicklungen in sich tragen. Diese Einstellung ist gerade den in diesem Bande behandelten Problemen gegenüber notwendig, die noch ganz im Fluß sind. . . ." Im Abschnitt V, welcher die Systematik des Periodischen Systems eingehend durchführt, und in den Abschnitten VI–VII wird daher von den Bohrschen und Schrödingerschen Ergebnissen in mehr phänomenologischer Weise Gebrauch gemacht. Der Abschnitt VIII geht von der Frage nach der Feststellbarkeit einer absoluten Bewegung aus und führt die wichtigsten Versuche an, die zu ihrer Beantwortung unternommen wurden, Versuche, an denen ja der Bearbeiter selber großen Anteil hat. Nach einem historisch-kritischen Bericht über die Deutung des vorwiegend negativen Ausfalls dieser Versuche läßt der Bearbeiter zwei Erklärungsmöglichkeiten offen, die Lenardsche Hypothese des von großen Massen mitgeführten Äthers und die Einsteinsche spezielle Relativitätstheorie, zwischen denen ein vorläufig noch unausführbares Experiment entscheiden könne.

Man kann das reichhaltige und gut geschriebene Buch bestens empfehlen und darf seines Erfolges sicher sein. E. Nies.

R. Houwink, Kolloidforschung in Einzeldarstellungen. Band 11: R. Houwink, Physikalische Eigenschaften und Feinbau von Natur- und Kunstharzen. Kl.-8°. IX und 225 S. Mit 75 Textabbildungen. Leipzig 1934. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Brosch. RM 10.—, geb. RM 12.—.

Die technische Verwendung von Kunstharzen als Baustoff, insbesondere in der Elektrotechnik, hat in den letzten Jahren einen ungeheuren Aufschwung erfahren. Hand in Hand damit ging das Bedürfnis, die Natur der Kunstharzstoffe möglichst weitgehend aufzuklären. Naturgemäß versuchte man das Problem zunächst von der chemischen Seite her anzufassen, da das Kunstharzgebiet Forschungsgebiet der Chemiker war. Da aber für die technische Verwendung der Kunstharze in erster Linie die physikalischen Eigenschaften maßgebend sind, so besteht ein Bedürfnis nach guten Meßverfahren der Deformierbarkeit und Dehnbarkeit. Houwink gibt in seinem Buche die Messung der Deformierbarkeit von Harzstoffen mit Hilfe des Plastometers an. Das Plastometer ist eine Gewichtspresse, unter der die Formänderung eines kleinen Harzprobezylinders in der Zeiteinheit gemessen wird. Das Plastometer verträgt Betriebstemperaturen bis über 100° C, so daß in ihm selbst die Härtung der Harze untersucht werden kann. Houwink gibt eine ausführliche Theorie des Plastometers und Regeln für die praktische Anwendung. So hat der Betriebstechniker ein Buch an der Hand, in dem er genaue Anweisungen für eine Betriebskontrolle auf Grund der physikalischen Eigenschaften der Harze findet. Im zweiten Teil des Buches wendet sich Houwink mehr an den Kolloidchemiker und den Molekularphysiker. Auf Grund der Ergebnisse der Plastometeruntersuchungen und unter Anwendung der Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Kautschuk- und Zellulosechemie baut Houwink eine Theorie für den Harzzustand auf, die die beobachteten Erscheinungen, insbesondere Thermorückfederung und starke Dehnbarkeit gut erklären. Auch für den Physiker birgt das Buch eine große Menge interessanter Angaben über Bindungskräfte in großen Molekülen und über die physikalischen Eigenschaften der Isogele, so daß eine warme Empfehlung des Werkes gerechtfertigt erscheint.

H. Etzold.

M. A. Magnan, Actualités scientifiques et industrielles, Exposés de Morphologie Dynamique. Nr. XXXV. I. Premier Essais de Cinématographie Ultra-rapide. III. Cinématographie jusqu'à 12000 Vues par Seconde. 24 und 19 S. 32 und 20 Fig. Paris 1932. Hermann & Cie. 15.— Fr.

Im ersten der beiden Hefte gibt der Verfasser einen historischen Überblick über die Anfänge der

Zeitlupentechnik und beschreibt in der Hauptsache den von ihm im Verein mit Huguenard entwickelten Apparat für die Photographie schnellveränderlicher Vorgänge, mit dem er dann das ihn in erster Linie interessierende Gebiet des Insektenfluges untersucht hat (bis zu 3000 Bildern in der Sekunde).

Im zweiten Heft folgt eine Beschreibung der mechanisch und optisch verbesserten zweiten Ausführung dieser Zeitlupe, die in der Lage ist, bis zu 12000 Bilder in der Sekunde zu machen. Auch hier werden, wie im ersten Bändchen, zahlreiche Bildproben wiedergegeben (Darstellungen des Insektenfluges, Flügelbewegung von Schmetterlingen, Fliegen usw.). Die mit dem Verfahren Huguenard-Magnan erzielten Aufnahmen sind im allgemeinen in Anbetracht der hohen Bildwechselzahlen als gut zu bezeichnen.

Wenn auch der historische Überblick für den deutschen Leser nichts wesentlich Neues bringt, weil auf die neuere Entwicklung der Zeitlupe im übrigen Europa nicht eingegangen wird, so ist es doch interessant zu sehen, mit welchen Mitteln in Frankreich an das Problem herangegangen worden ist, und welche Erfolge mit diesem Verfahren erzielt wurden. R. Goldammer.

R. Lundegårdh, Die quantitative Spektralanalyse. II. Teil. 8°. VIII und 124 S. Mit 39 Abb. im Text und 3 Tafeln. Jena 1934. Gustav Fischer. Broschiert RM 12.—, geb. RM 13.50.

Das Buch enthält, wie der Untertitel angibt, „methodische Verbesserungen und praktische Anleitung für die Ausführung von Analysen in den Gebieten der Biologie, Medizin, Agrikulturchemie und des Bergbaus". Neben den Schilderungen der methodischen Fortschritte, die seit dem Erscheinen des ersten Teiles (1929) im allgemeinen erzielt wurden, finden die neuen Wege, die im Laboratorium des Verfassers eingeschlagen wurden, eine ausführliche Behandlung. Hier möge besonders auf die vielversprechende neue Methode des „Tauchfunkens" und „Tauchbogens" zur Analyse von Lösungen hingewiesen werden, die nach den mitgeteilten Erfahrungen eine einwandfreie und reproduzierbare Erzeugung von Lösungsspektren gewährleistet. Die Schwierigkeit, einen Bogen oder Funken gleichmäßig mit einer Lösung zu „füttern", ist hier durch die Konstruktion eines besonderen Stativs gelöst, das die zum Kontakt gebrachten, aber stromlosen Elektroden automatisch in die Lösung taucht, die getränkten Elektroden heraushebt, dann durch einen Schaltmechanismus an Spannung legt und voneinander trennt. Der Beschreibung des neuen Instruments schließen sich Mitteilungen der Ergebnisse und kritische Bemerkungen zu der Methode an. — Ein weiterer Abschnitt ist der direkten photoelektrischen Messung von Spektrallinienintensitäten gewidmet, die sich am besten bei Verwendung einer Azetylen-Sauerstoff-Flamme bewährt. Als spezielle Anwendung ist die Kupferbestimmung in Erzen geschildert. — Von praktischem Interesse sind zwei größere Tabellen, von denen die eine „Wellenlängen und Empfindlichkeitsgrenzen der wichtigsten, mit der Luft-Azetylen-Flamme bestimmbaren Elemente" enthält, während die andere ausgewählte Linien und Bemerkungen für die Analyse mit dem Tauchfunken wiedergibt.

Das Buch, dessen Ausstattung wie die des ersten Teiles ganz ausgezeichnet ist, wird für die Weiterentwicklung der präzisen spektroskopischen Analyse wesentlich beitragen. Jedem, der mit einschlägigen Problemen zu tun hat, kann das Buch warm empfohlen werden. K. W. Meißner.

NACHRICHTEN.

Habilitiert: An der Universität München Dr. H. Dyckerhoff und Dr. F. Klages für Chemie, an der Universität Würzburg Dr. Alfons Schöberl für Chemie.

Ernannt: Professor Dr. August Kühl in Rathenow zum ord. Professor für wissenschaftliche Mikroskopie und angewandte Optik an der Universität Jena, die a. o. Professoren an der Universität Wien Dr. Franz Faltis (pharmazeutische Chemie) und Dr. Anton Kailan (Chemie) zu ord. Professoren daselbst, der Privatdozent an der Universität Freiburg i. Br. Dr. Rudolf Signer zum a. o. Professor für allgemeine anorganische Chemie und zum Leiter der organischen Abteilung an der Universität Bern.

Neue Lehraufträge: An der Technischen Hochschule Charlottenburg Dr.-Ing. Wilhelm Arndt für Lichttechnik und Dr. Gerhard Grüss für Mathematik und Mechanik, an der Universität Erlangen Dr. Georg Nöbeling für Mathematik.

In den Ruhestand: Der ord. Professor für Chemie an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich Dr. Ernst Winterstein.

Gestorben: Der frühere ord. Professor der anorganischen Chemie an der Universität Leipzig Geheimer Hofrat Dr. Artur Hantzsch, der frühere ord. Professor der allgemeinen und theoretischen Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Charlottenburg Geh. Regierungsrat Dr. Ernst Orlich, der Vorsitzende des Aufsichtsrats der I. G. Farben A.G. Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Carl Duisberg in Leverkusen, der hervorragende Erfinder auf dem Gebiete der Telegraphie und Telephonie insbesondere der Radiotechnik Professor Dr. Michael Pupin in USA.

Berichtigung.

In der Abhandlung von A. Deubner und A. Dobenzig (Physik. Zeitschr. **36**, 139, 1935) sind Fig. 1 und 4, Seite 139 und 140 vertauscht, die Unterschriften stehen an der richtigen Stelle.

Gesuche.

Für eine wissenschaftliche Untersuchung benötigt das physikalische Institut Münster einen

Massenspektrographen

Wir wären dankbar, wenn uns ein solcher einige Zeit zur Verfügung gestellt würde. Etwaige Zuschriften erbeten an den Direktor des Instituts

Prof. Dr. Gerhard Schmidt.

Für die Schriftleitung verantwortlich Prof. Dr. P. Debye in Leipzig. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig. DA.: 1500. — Druck: Bibliographisches Institut AG., Leipzig.

Bericht über die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1934.

Allgemeines.

Oberregierungsrat als Mitglied Dr. W. Meißner ist zum ordentlichen Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule München ernannt worden.

Im Berichtsjahr sind folgende Beamte in den dauernden Ruhestand getreten: Regierungsrat Dr. Moeller am 1. April, Oberregierungsräte als Mitglieder Dr. Bein am 1. April, Dr. R. Schultze am 1. Juni, Maschinenmeister Bobsin, Regierungsrat als Mitglied Dr. Drewitz und Regierungsrat Schweitzer am 1. Juni, Oberregierungsrat als Mitglied Kreuter und Regierungsrat als Mitglied Dr. Conrat am 1. Juli, Laborant Schäfer am 1. Dezember, Laborant Ducat am 1. Februar 1935.

Zum Leiter der neu eingerichteten akustischen Laboratorien wurde der bisherige Vorsteher des akustischen Laboratoriums beim Reichspostzentralamt Dr. M. Grützmacher als Regierungsrat und Mitglied am 1. September 1934 an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt berufen.

Die Reichsanstalt war beteiligt an folgenden internationalen Versammlungen:

1. An den Sitzungen der internationalen Installationsfragenkommission am 19. und 20. März 1934 in Brüssel (R. Vieweg).
2. An dem IV. Internationalen Radiologenkongreß vom 24.–31. Juli 1934 in Zürich (Behnken).
3. An dem I. Internationalen Kongreß für Elektroradiobiologie vom 10.–15. September 1934 in Venedig (Behnken).
4. An der 3. Internationalen Dampftafel-Konferenz vom 17.–22. September 1934 in Washington, Boston und New York (als Führer der deutschen Delegation Direktor Henning).

Direktor Kösters besuchte vom 16.–28. September 1934 das National Physical Laboratory in Teddington zwecks Teilnahme an den Vergleichungen zwischen dem in Wellenlängen ausgemessenen deutschen Meterurmaß und dem englischen ebenso bestimmten Meterurmaß.

Im Laufe des Jahres 1934 ist eine Reihe von Laboratorien eingerichtet worden, in denen damit begonnen wurde, technisch besonders wichtige Gebiete neu oder in wesentlich größerem Umfange als bisher zu bearbeiten. Die Mittel hierfür, welche zunächst nicht auf den Reichshaushalt übernommen werden konnten, sind von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt worden. Die mit der Erweiterung des Arbeitsbereiches eng verknüpfte Forderung nach Erweiterung des verfügbaren Raumes konnte nur dadurch befriedigt werden, daß in der Nachbarschaft der Reichsanstalt ein großes vierstöckiges Lagerhaus mit einem Dach- und einem Erdgeschoß von etwa 3550 qm Laboratoriumsfläche (Franklinstraße 22) und ein Einfamilienhaus (Marchstraße 14) gemietet wurden.

Die neuen Aufgaben liegen auf 7 Gebieten:

1. **Das Hochfrequenzlaboratorium** war bisher hauptsächlich mit der Entwicklung von Frequenzmeßmethoden und Frequenznormalen beschäftigt. Die außerordentlich hohen Ansprüche an Frequenzkonstanz konnten zuletzt nur durch den Einsatz der Quarzuhren befriedigt werden; hierdurch wurden jedoch das vorhandene Personal, Mittel und Räume völlig beansprucht, so daß andere Aufgaben der Hochfrequenztechnik kaum noch bearbeitet werden konnten.

Diesem zuletzt unmöglich gewordenen Zustand wird durch die Errichtung von fünf Hochfrequenzlaboratorien ein Ende gemacht. Diese Laboratorien unterstehen der Leitung des Vorstehers des bisherigen Hochfrequenzlaboratoriums, so daß eine einheitliche Arbeit der Einzellaboratorien auf dem gesamten Hochfrequenzgebiet gewährleistet ist. Die Laboratorien sind bzw. werden in $2^1/_4$ Stockwerken des Gebäudes Franklinstraße 22 untergebracht, so daß ein genügender Raum zu ihrer Entwicklung zur Verfügung steht.

Die Einzellaboratorien sind:

1. Laboratorium für Zeit- und Frequenzmessung,
2. Laboratorium für Strom- und Spannungsmessung,
3. Laboratorium für Empfänger- und Röhrenprüfung,
4. Laboratorium für Kurzwellentechnik,
5. Laboratorium für Materialprüfung.

Während das Laboratorium für Zeit- und Frequenzmessung im wesentlichen die Aufgaben des alten Hochfrequenzlaboratoriums mit besonderer Berücksichtigung der Abgabe von Normalfrequenzen über Leitungen und über Sender weiter pflegen wird, haben die anderen meist neue Gebiete zu bearbeiten.

Die Strommessungen sind bis in das Gebiet höchster Frequenzen bei Strömen hoher Stärke auszudehnen. Frequenzunabhängige Stromnormale sind zu schaffen. Ähnliches gilt für die Spannungsmessungen. Die Empfängerprüfungen werden durch Schaffung eines Prüffeldes für Kurz- und Ultrakurzwellenempfänger gefördert; hier ist auch die Entwicklung eines Feldstärkenormals besonders zu betreiben. Dem Arbeitsgebiet „Röhren" liegt nebst Röhrenuntersuchungen der Bau von solchen Ultrakurz- und Mikrowellenröhren ob, deren Entwicklung für das Laboratorium für Kurzwellentechnik von besonderer Wichtigkeit ist. Dem Laboratorium für Kurzwellentechnik selbst ist im Bereich der Ultrakurz- und Mikrowellen hauptsächlich die Entwicklung von Sendern hoher Leistung und die Durchführung umfangreicher Strahlversuche übertragen. In dem Laboratorium für Materialprüfung werden Verlustwinkel von Isolierstoffen, von Hochfrequenzmassekernen, die Dämpfung von Spulen und Kondensatoren und Hochfrequenzwiderstände usw. untersucht.

Infolge der starken Störfähigkeit der einzelnen Laboratorien mußte durch Einrichtung abgeschützter Räume die Möglichkeit für ein störungsfreies Nebeneinanderarbeiten der einzelnen Hochfrequenzprüffelder geschaffen werden; dies trifft insbesondere für das Prüffeld für Empfänger usw. bei Hochfrequenzen zu. Ebenso wurde durch besondere Dachaufbauten Vorsorge getroffen, daß Strahlversuche mit Ultrakurz- und Mikrowellen überhaupt durchführbar sind.

2. Akustisches Laboratorium. Mit der gewaltigen Entwicklung, die in den letzten Jahren außer auf dem Gebiete der Hochfrequenztechnik auch auf dem der Akustik eingesetzt hat, hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt nicht Schritt halten können, da ihr jegliche Ausdehnungsmöglichkeiten durch Mangel an Raum, Personal und Geld genommen waren. Um nun die akustischen Meßeinrichtungen und Untersuchungsmöglichkeiten an der Behörde zumindest dem jetzigen Stande der Schalltechnik anzugleichen, sind neben den schon bestehenden Laboratorien für Ultraschall und für Stimmgabelprüfung neue Laboratorien gegründet worden, und zwar:

1. Für Schallaufzeichnung,
2. für Schallübertragung,
3. für Geräuschmessung.

Für diese Laboratorien sind an Raum 2 Stockwerke des Gebäudes in der Franklinstraße mit einer Gesamtfläche von 870 qm in Aussicht genommen und zum Teil schon eingerichtet. Hier wird der Aufbau eines akustischen Universalmeßgerätes der Firma Siemens & Halske vorgenommen werden, mit dem Prüfungsanträge auf Bestimmung von Frequenzkurven, Richtcharakteristiken und Wirkungsgraden von akustischen und elektrischen Geräten durchgeführt werden können, im besonderen von Mikrophonen, Lautsprechern, Telephonen und Schallplattengeräten. Ferner wird es möglich, Klirrfaktormessungen an elektroakustischen Apparaten, Analysen von Klängen und Geräuschen, Reflexions- und Dämpfungsmessungen auszuführen und die schallschluckende Wirkung von Werkstoffen zu prüfen. Besonders die absolute Eichung von Kondensatormikrophonen und damit die Messung von Schallintensitäten im absoluten Maßsystem wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein, die ebenfalls mit Hilfe dieses Universalmeßgerätes ausführbar sind.

Für einzelne meßtechnische Aufgaben auf diesem Gebiet werden zur Zeit ein Hallraum und ein Raum mit Schalldämpfung ausgebaut.

Weiterhin sollen auf Veranlassung des Reichsverkehrsministeriums dem so wichtigen Problem der Lärmmessung und Lärmminderung eingehende Untersuchungen gewidmet werden mit dem Ziel, geeignete Geräte für die Messung des Verkehrslärms zu entwickeln. Diese Geräte werden dringend benötigt, um gemäß der Reichsstraßenverkehrsordnung vom 28. Mai 1934 die Lautstärke des von den Kraftfahrzeugen und ihren Signaleinrichtungen verursachten Lärms überwachen zu können.

Im Laufe des Jahres 1935 werden die akustischen Laboratorien in der Lage sein, akustische Prüfungen jeder Art durchführen zu können.

3. **Das Röntgenlaboratorium** konnte sich bisher fast nur der Entwicklung der Röntgendosimetrie widmen. Es wird nunmehr erheblich erweitert und gliedert sich in ein Laboratorium für Röntgenphysik, ein Laboratorium für Dosimetrie und ein Laboratorium für Röntgentechnik. Es sollen die physikalischen Grundlagen der medizinischen Diagnostik systematisch entwickelt werden. Hierfür wird ein moderner Diagnostikapparat größerer Röhrenleistung aufgestellt. Ferner ist beabsichtigt, besondere Forschungsarbeiten den mit ungewöhnlich hohen Spannungen erzeugten Röntgenstrahlen zu widmen und die Verfahren der Untersuchung von Werkstoffen und Werkstücken durch Röntgenstrahlen weiter zu bilden. Die hierfür erforderliche Apparatur wird einstweilen behelfsmäßig in einem Kraftwagenschuppen untergebracht.

4. **Laboratorium für Großgasmesser.** Dieses Laboratorium, das zur Zeit auf dem Grundstück Franklinstraße 22 entsteht, ist eine erste Verwirklichung des seit Jahren bestehenden Planes, der Reichsanstalt die Möglichkeit zur Prüfung und Untersuchung von Großgasmessern und zur Entwicklung entsprechender Prüfverfahren mit eigenen Mitteln zu verschaffen. Als Grundlage des Laboratoriums dienen zwei von den Berliner Städtischen Gaswerken kostenlos überlassene Crosley-Gasmesser von je 20 m^3 Trommelinhalt, die als Gebrauchsnormal Verwendung finden. Bei Nebeneinanderschaltung der Messer beträgt die höchste Leistungsfähigkeit der Anlage mindestens 4000 m^3/h. Als Prüfgas dient Luft, die durch ein Gebläse mit 500 mm WS Stutzendruck gefördert wird. Die Raumverhältnisse werden auch die Prüfung von Strömungsmessern in genügend langer gerader Rohrstrecke gestatten. Als erste Arbeit des Laboratoriums steht die Bestimmung und systematische Untersuchung der Gebrauchsnormale bevor.

5. **Schmiertechnik.** In einem weiteren Laboratorium, im Hauptgebäude, sollen Prüfmethoden ausgearbeitet werden, mit deren Hilfe es möglich ist, die neuen heimischen Schmiermittel und Fette auf ihre Eigenschaften zu untersuchen.

6. **Laboratorium für Rückstrahler.** Durch die Reichs-Straßenverkehrsordnung vom 28. Mai 1934 und die dazu erlassene Ausführungsanweisung vom 29. September 1934 ist der Reichsanstalt die Typenprüfung von Rückstrahlern für das gesamte Reich übertragen worden. Die optischen Bedingungen, die von den Rückstrahlern erfüllt werden müssen, damit ihnen das Typenzeichen erteilt werden kann, sind von der Reichsanstalt auf Grund vorhergehender Untersuchungen aufgestellt worden. Erfüllt ein Rückstrahlertyp die gestellten Bedingungen, so wird der Herstellerfirma für 3 Jahre ein Typenzeichen erteilt, das auf jedem nach diesem Typ hergestellten Rückstrahler anzubringen ist.

Über das Prüfungsverfahren gibt die Veröffentlichung: W. Dziobek, Messungen an Rückstrahlern, Zeitschr. f. techn. Phys. 14, 557, 1933, Auskunft. Das Meßverfahren unterscheidet sich von dem im National Physical Laboratory zu Teddington angewendeten Verfahren.

Bis zum 15. Februar 1935 sind 215 Anträge auf Erteilung des Typenzeichens bearbeitet worden; in 105 Fällen wurde das Typenzeichen erteilt.

7. **Mechanische Geschicklichkeitsspiele.** Durch Verordnung vom 25. Juni 1934 ist zur Durchführung des § 33d der Gewerbeordnung der Reichsanstalt die Entscheidung darüber übertragen, ob es sich bei einem mechanisch betriebenen Spielgerät um ein gesetzlich zulässiges Geschicklichkeitsspiel oder um ein verbotenes Glücksspiel handelt. Neben der umfangreichen Prüftätigkeit hat das besonders zu diesem Zweck eingerichtete Laboratorium in dem gemieteten Hause Marchstraße 14 auch die Aufgabe erhalten, Richtlinien für die praktische Unterscheidung zwischen den Geräten beiderart aufzustellen.

Präsidialabteilung.

1. **Axialität der Lichtemission.** (Frerichs, Bomke.) Die im vorhergehenden Jahr begonnene Untersuchung der Unsymmetrie der Emission der Kanalstrahlen im elektrischen Längsfeld wurde abgeschlossen. Die Versuche bestätigen die von Stark an den sichtbaren Balmerlinien gefundenen Effekte. (Physik. Zeitschr. 35, 349, 549, 1934.)

2. **Starkeffekt der gelben Heliumlinie 5876 Å mit hoher Auflösung.** (Ritschl.) Die Untersuchung des Starkeffekts der gelben Heliumlinie 5876 Å (Quereffekt) mit einem Fabry-Perot-Interferometer wurde fortgesetzt und abgeschlossen. Die Resultate sind veröffentlicht. (Physik. Zeitschr. 35, 53, 313, 1934.)

3. **Versilberung durch Verdampfen.** (Ritschl.) Die Versilberungseinrichtung wurde wieder häufig in Anspruch genommen.

4. **Einfluß starker elektrischer Felder auf die Lichtemission des Parheliums im äußersten Ultraviolett.** (Bomke.) Der Einfluß starker elektrischer Felder auf die Lichtemission des Parheliums im Gebiet extrem kurzer Wellen wurde untersucht. Eine neuartige, spaltlose Kanalstrahlapparatur zur Untersuchung des Starkeffektes im Vakuumultraviolett, die gestattet, sehr hohe Feldstärken zu erzeugen, wurde konstruiert. Es gelang, Feldstärken bis zu 1,31 Millionen Volt/cm zu erzeugen und bei den hohen Feldern langstündige Aufnahmen zu machen. Eine elektrische Aufspaltung bzw. Verschiebung der in Frage stehenden, der Serie $1S$-mP angehörenden Heliumlinien konnte nicht beobachtet werden. Über das Verhalten des Wasserstoffs bei den erwähnten hohen Feldstärken wurden einige Beobachtungen gemacht. Vier neue Heliumlinien, die unter der Einwirkung des elektrischen Feldes erscheinen, wurden beobachtet und gemessen. Es gelang, die neuen Linien in die neuen Serien $1S$-mS und $1S$-mD einzuordnen. (Vgl. Physik. Zeitschr. 36, 158, 1935.)

5. **Erstes Funkenspektrum und Hyperfeinstruktur von Indium.** (Paschen a. G.) Es wurden Untersuchungen am ersten Funkenspektrum des Indiums und an der Hyperfeinstruktur der Linien mit dem 4-Meter-Konkavgitter des Laboratoriums ausgeführt.

6. **Prüfung von Leitspindeln.** (Werner, Bochmann, Lehmann.) Um den gesteigerten Anforderungen an die Genauigkeit von Leitspindelprüfungen genügen zu können, ist mit den Vorarbeiten für den Bau eines neuen Komparators begonnen worden. An Stelle der veralteten Beobachtungsmikroskope wurden zwei für den besonderen Zweck angefertigte Zeißsche Mikroskope und ein neuer, durchgehend in Millimeter geteilter stählerner Vergleichsmaßstab von 2 m Länge von Hommel beschafft.

7. **A. P. I.-Gewindekaliber.** (Werner, Bochmann, Lehmann, Bürger.) Die Einrichtungen zur Prüfung von A. P. I.-Gewindelehren wurden weiter ausgebaut und verfeinert. So wurden unter anderem zur Bestimmung der Konizität an Innengewinden größeren Durchmessers mit Erfolg Stichmaße in Verbindung mit einem Fühlhebel benutzt.

8. **Bohrrohrkaliber deutscher Normung.** (Werner, Bochmann, Lehmann.) Unter Mitwirkung der Reichsanstalt wurden in der Sitzung des Fachnormenausschusses für Tiefbohrtechnik am 15. Juni in Hannover verschiedene Normen für Rotary-Bohrrohre festgesetzt. Die endgültigen Normen für die zugehörigen Gewindelehren, deren Prüfung und Beglaubigung der Reichsanstalt obliegen, sollen demnächst durch Verhandlungen mit dem Deutschen Normenausschuß und dem Röhrenverband aufgestellt werden.

9. **Prüfung von konischen A. P. I.-Gewindelehren durch Verschraubung mit Normallehren.** (Werner, Bochmann, Lehmann.) Zur Förderung der deutschen Bohrgerät-Industrie wurden im Berichtsjahr bei Pratt & Whitney, V. St. A., 4 Sätze sogenannter Regional Master Gages für Full-hole Tooljoints bestellt, die an die Grand Master Gages des Bureau of Standards, Washington, angeschlossen werden sollen. Durch diese Maßnahme wird die Reichsanstalt in die Lage versetzt, die vom Amerikanischen Petroleum-Institut vorgeschriebene, bisher nur in Amerika mögliche erstmalige Prüfung bestimmter Referenz- und Arbeitslehren (Full-hole Tooljoints) vorzunehmen.

10. **Untersuchungen an Zahnrädern.** (Bürger.) Es wurden die möglichen Fehlerquellen bei der Absolutbestimmung von Zahndicken rechnerisch ermittelt.

11. **Radioaktive Prüfungen.** (Fränz, Weiß.) Die Neubestimmung der Eigenabsorption der Gammastrahlen in radiumhaltigen Materialien wurde abgeschlossen. Die Absorption läßt sich innerhalb der Meßgenauigkeit als Funktion der Dichte des Materials darstellen.

12. **Künstliche Kernumwandlung durch Alphastrahlen.** (Fränz, Steudel.) Die Versuche an Bor wurden auf die längeren H-Reichweiten ausgedehnt. Die Versuche an Aluminium mußten vorläufig abgebrochen werden, da es nicht gelang ein genügend starkes Poloniumpräparat zu beschaffen.

13. **Reichweite natürlicher H-Strahlen.** (Weiß.) Die Versuche über die Abhängigkeit der Reichweite natürlicher H-Strahlen von ihrer Geschwindigkeit sind abgeschlossen worden. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht. (Physik. Zeitschr. 35, 508, 1934.)

14. **Protonenquelle.** (Weiß, Diebner.) Für Kernumwandlungsversuche mit Kanalstrahlen wurde im Anschluß an Versuche verschiedener amerikanischer Autoren ein Niederspannungsbogen als Protonenquelle entwickelt. Er brennt zwischen einer stark gekühlten zylindrischen Anode und einer axial angebrachten Glühkathode. Ein koaxiales, starkes Magnetfeld erhöht die Protonenausbeute ganz beträchtlich. Es gelang bisher, durch eine Blende von 3 mm Durchmesser einen Ionenstrom von 2 mA aus dem Bogen herauszuziehen, bei einem Bogenstrom von 1,5 A und einem Spannungsabfall am Bogen von etwa 60 V. Der Wasserstoffdruck im Bogenraum betrug $5 \cdot 10^{-2}$ mm Hg.

15. **Hochspannungsanlage für Kernumwandlung.** (Fränz, Steudel, Weiß.) Eine Hochspannungsanlage zunächst für Spannungen bis 70 kV wurde aufgestellt. Vorversuche wurden mit einem

gewöhnlichen Kanalstrahlenrohr ausgeführt. Da das Rohr Spannungen über 30 kV nicht mit Sicherheit aushielt, wird ein Nachbeschleunigungsrohr mit der neuen Protonenquelle eingebaut. Eine zweite Anlage für Spannungen bis 250 kV ist in Vorbereitung.

16. **Messungen an Molekülstrahlen im elektrischen Feld.** (Scheffers.) Die Messung elektrischer Dipolmomente binärer Salze wurde beendet und veröffentlicht. (Physik. Zeitschr. 35, 425, 1934.) Sie hat die Brauchbarkeit der Molekularstrahlmethode für diesen Zweck gezeigt und die Momente mit einer Unsicherheit von weniger als 5 vH geliefert.

17. **Messungen an Atomstrahlen im elektrischen Feld.** (Stark, Scheffers.) Diese Messungen zeigen im Gegensatz zur spektroskopischen Methode den Einfluß des Feldes auf den energetisch tiefsten Atomzustand. Zunächst bei den Alkalien durchgeführt, lieferten sie für diese der Feldstärke proportionale elektrische Momente; die Proportionalitätskonstanten (Polarisierbarkeiten) ergaben sich aus den Messungen (Physik. Zeitschr. 35, 625, 1934). Dann wurden Wasserstoffatomstrahlen untersucht. Es gelang, sie herzustellen und durch chemische Reaktion (Reduktion von MoO_3) nachzuweisen, ferner ein die Rekombinationswärme der H-Atome ausnutzendes, störungsfreies, hochempfindliches Bolometer zu entwickeln. Es wird versucht die Intensität der Strahlen so zu steigern, daß ihre Messung hiermit möglich ist.

18. **Rhenium und Masurium.** (W. Noddack, I. Noddack a. G.) Die Untersuchung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Rheniums wurde fortgesetzt. Einige neue Doppelhalogenide des 4- und 5-wertigen Rheniums wurden dargestellt. Bei der Suche nach rheniumhaltigen Mineralien wurde ein Molybdänglanz gefunden, der $2{,}10^{-4}$ *Re* enthält. Dieser Gehalt ist etwa 30 bis 50mal größer als der der besten bisher bekannten *Re*-haltigen Mineralien und Hüttenprodukte.

Die Untersuchungen über die geochemische Verteilungsbahn des Masuriums werden weiter verfolgt.

19. **Häufigkeit der Elemente.** (W. Noddack, I. Noddack a. G.) Im Anschluß an frühere Untersuchungen wurde die irdische und meteorische Häufigkeit der meisten chemischen Elemente neu bestimmt. Für diese Untersuchungen wurden Analysen von etwa 200 Mineralien und an 62 Meteoriten ausgeführt.

Aus den Daten dieser Analysen wurden die bisherigen Angaben über die absolute Häufigkeit der chemischen Elemente verbessert. Ferner ergab sich, daß wahrscheinlich alle Elemente – z. T. in sehr kleiner Konzentration – in allen Mineralien und in allen Produkten, die aus diesen Mineralien entstehen oder hergestellt werden, vorhanden sind. Für eine Anzahl von Elementen wurde diese „Allgegenwartskonzentration" bestimmt.

Aus der Art und Konzentration der kleinen Beimengungen ließen sich Schlüsse auf die Herkunft der untersuchten Produkte (Chemikalien, archäologische Funde, Industrieerzeugnisse usw.) ziehen.

20. **Reine Metalle.** (W. Noddack.) Die Versuche zur Herstellung einiger sehr reiner Metalle wurden fortgesetzt (Platin, Eisen, Rhodium und Iridium). Bei diesen Arbeiten wurden neue Methoden zur Feststellung kleiner Verunreinigungen dieser Metalle ausgearbeitet.

21. **Vorkommen nichtisomorpher Beimengungen in Mineralien und Kristallen.** (W. Noddack, Scharnow, Zimmer, Landergren.) Bei der Abscheidung fester kristallinischer Substanzen werden zahlreiche Verunreinigungen „mitgerissen", deren Eintritt in das Gitter sich nicht nach den Regeln der Isomorphie erklären läßt. Es wurden daher Untersuchungen begonnen, um die Bedingungen für den Eintritt artfremder Stoffe in den Kristall zu ermitteln. So wurde z. B. der Einbau von organischen Farbstoffen in die Gitter anorganischer Salze studiert (Scharnow), ferner wurde das Mitnehmen von Edelmetallen beim Aussaigern von Eisen aus Silikatschmelzen untersucht (Zimmer), weiterhin wurde der Gold- und Silbergehalt mittelschwedischer sulfidischer Erze im Hinblick auf ihre Genesis geprüft (Landergren).

22. **Nachprüfung über die angebliche Entdeckung neuer Elemente.** (I. Noddack a. G.) Die Angaben von Koblic einerseits und von Fermi andrerseits über die Entdeckung des Elements 93 wurden nachgeprüft. An einem von Koblic übersandten Präparat, das angeblich ein reines Salz des Elements 93 darstellen sollte, konnte gezeigt werden, daß es sich um ein Gemisch von Thallium- und Silber-vanadat-wolframat handelte, in dem keine Spur von 93 vorhanden war. Auch die Angaben von Fermi über die chemischen Eigenschaften seines durch Neutronenstoß aus Uran gewonnenen Elements erwiesen sich als so wenig eindeutig, daß noch keinerlei Beweis für die Darstellung von 93 vorliegt.

23. **Trennung von Isotopen.** (Holleck.) Es wurde eine Untersuchung zur präparativen Trennung von Isotopen einiger Mischelemente durch fraktionierte Elektrolyse begonnen. Von den gewonnenen Fraktionen werden zur Zeit die Atomgewichte bestimmt.

24. Untersuchung von Gläsern. (Tepohl.) Die Versuche zur Oberflächenbestimmung von Glasgries und Seesand wurden fortgesetzt. Da die bisher verwandten Methoden – Adsorption von Farbstoffen, oder chemischer Angriff der Oberfläche – eine Abhängigkeit der Oberflächengröße von der Glasart ergeben, wurde versucht, die Oberflächengröße durch die Menge des auf ihr niedergeschlagenen Silbers zu bestimmen. Ferner wurde versucht, die Widerstandsfähigkeit des Glases gegen schroffen Temperaturwechsel als Eigenschaft der Glassubstanz zu definieren.

25. Analytische Arbeiten. (W. Noddack, Tepohl, Scharnow.) Für die Reichsanstalt und auf Antrag anderer Institute und der Industrie wurden chemisch-präparative Arbeiten und eine Anzahl von Analysen ausgeführt.

26. Assimilation. (W. Noddack.) Die Untersuchungen über den Energieumsatz und den Chemismus bei der Assimilation der grünen Pflanzen wurden fortgesetzt.

27. Photographischer Entwicklungsprozeß. (Meidinger.) Im Anschluß an frühere Untersuchungen wurde das Studium des photographischen Entwicklungsvorganges wieder aufgenommen. Es wurde eine Bromsilberemulsion mit besonders großen Körnern hergestellt und an dieser die Entwicklung unter dem Mikroskop verfolgt. Der gesamte Entwicklungsvorgang bei jedem Korn läßt sich in zwei Teile zerlegen: Die Phase bis zum Beginn der Reduktion und die Zeit der Durchentwicklung des Korns. Die erste Zeit ist von der Lichtmenge, die zweite von den Entwicklungsbedingungen abhängig. Im Gebiete der Solarisation wird die erste Zeit verlängert, die zweite nicht. Der Einfluß verschiedener Zusätze auf die Zeit der Durchreduktion wurde untersucht.

28. Sensitometrie. (Meidinger.) Es wurde eine Einrichtung zur Sensitometrie photographischen Negativmaterials angeschafft. Seit dem 1. April des Jahres übernimmt die Reichsanstalt auf Antrag die Messung der Din-Zahl photographischer Platten und Filme.

29. Analytische Spektroskopie. (W. Noddack, Hohberg.) Für die Zwecke der Reichsanstalt und auf Antrag von anderer Seite wurde eine Anzahl von röntgen- und bogenspektroskopischen Aufnahmen von Präparaten hergestellt. Es wurden ausgewertet: 260 Röntgenspektrogramme und 14 optische Spektrogramme.

30. Apparatebau. (W. Noddack, Mucha.) In der Werkstatt wurden eine Anzahl von Apparaten für wissenschaftliche Zwecke entworfen und gebaut.

31. Geräuschmesser. (Grützmacher, Kösters.) Mit der Entwicklung eines eichfähigen Geräuschmessers ist begonnen worden. Diese Arbeiten gehen auf Anregung des Reichsverkehrsministeriums zurück, das für die Überwachung des Fahrgeräusches an Kraftfahrzeugen und des Hupenlärms Geräuschmesser, die unmittelbar die Lautstärke der Geräusche in Phon anzeigen, benötigt.

32. Akustische Meßräume. (Grützmacher, Geffcken.) Für zahlreiche akustische Messungen wird ein schallgedämpfter Raum und ein Hallraum eingerichtet. Die Arbeiten sind soweit gefördert, daß etwa Mitte Februar 1935 in beiden Räumen gearbeitet werden kann.

33. Apparatur für akustische Eichungen. (Grützmacher.) Der Firma Siemens & Halske ist eine Apparatur zur Aufzeichnung von Frequenzkurven von Lautsprechern, Mikrophonen und Telephonen, zur absoluten Messung von Schalldrucken sowie zur Analyse von Klängen nach dem Suchtonverfahren in Auftrag gegeben worden. Nach Inbetriebnahme dieses Gerätes wird die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in der Lage sein, alle praktisch vorkommenden Eichungen an elektroakustischen und rein akustischen Apparaten auszuführen.

34. Eichung von Stimmgabeln. (Grützmacher, Voigt.) Die Untersuchung und Eichung von Stimmgabeln wurde auf eine neue Grundlage gestellt: Die Messungen werden an die im Laboratorium für Hochfrequenztechnik hergestellte Quarzuhr-Normalfrequenz von 1000 bzw. $333^1/_3$ Hz angeschlossen. Ein schnell laufender Synchronmotor kleiner Leistung wird in der ersten oder zweiten Harmonischen durch die Normalfrequenz synchronisiert und setzt eine Lochscheibe in gleichmäßige Umdrehung, die einen auf eine Photozelle fallenden Lichtstrahl im Rhythmus der zu messenden Stimmgabelfrequenz zerhackt. Die an der Photozelle entstehenden Spannungsschwankungen werden über einen Verstärker auf einen Lautsprecher gegeben, dessen Ton mit dem zu messenden Stimmgabelton durch Schwebungen subjektiv verglichen wird. Es ist beabsichtigt, diese Lichtsirenen-Methode automatisch registrierend zu gestalten.

Mit der entwickelten Methode können Frequenzen bis zu 15000 Hz absolut gemessen werden. Die Meßgenauigkeit beträgt bis zu 6000 Hz durchschnittlich 0,1–0,01 vH der Schwingungszahl.

35. Temperaturabhängigkeit von Stimmgabelschwingungen. (Grützmacher, Voigt.) Der Aufbau eines besonderen regelbaren Thermostaten ist in Vorbereitung. Bisher wurde hierfür eine Genauigkeit von durchschnittlich 0,3 vT der Schwingungszahl erzielt.

36. Uhrenuntersuchungen. (Keil, Rieckmann, Hild.) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden nach Klärung werkstofflicher und baulicher Fragen die Herstellung

der Einzelteile zum Schutzpendel, das Schutzpendel selbst, seine Aufhängung und das Gehäuse für das zeitmessende Pendel in Auftrag gegeben und fertiggestellt. Die Frage des Werkstoffes für das Zeitpendel konnte befriedigend gelöst werden, es wurde hierfür kristallischer Beryll gewählt.

Zur Vorbereitung der auf Wunsch der Deutschen Forschungsgemeinschaft übernommenen praktischen Uhrenprüfung wurde im Schwarzwald eine längere Versuchsreihe über das Verhalten der Uhren (Taschen- und Armbanduhren) beim Tragen durchgeführt. Die Ergebnisse werden nach Abschluß der Bearbeitung in Kürze veröffentlicht werden.

Wiederholt wurde das Laboratorium vom Deutschen Olympischen Komitee für die Olympiade 1936 zu Beratungen über zeitmeßtechnische Fragen in Anspruch genommen. Die Entwicklung eines Meßgerätes zur objektiven Zeitmessung bei Kurzstrecken-Lauf-Wettbewerben wurde übernommen und begonnen.

37. **Zulassung mechanisch betriebener Spiele.** (Keil, Rieckmann.) Durch die Verordnung des Reichswirtschaftsministers vom 25. Juni 1934 zur Durchführung des § 33d der Gewerbeordnung wurde der Reichsanstalt die Zulassung mechanisch betriebener Spiele übertragen. Dazu erwies sich die Einrichtung eines neuen Laboratoriums als notwendig, mit der begonnen wurde. Unter Heranziehung von Personal aus der Hauptwerkstatt wurden die Arbeiten des Laboratoriums aufgenommen.

38. **Hauptwerkstatt.** (Keil.) *Erneuerung der Ausrüstung.* Es konnten eine kleinere Genauigkeitsdrehbank mit geprüfter Leitspindel und einige Meßwerkzeuge angeschafft werden.

Herstellung von Apparaten. An größeren Arbeiten wurden unter anderem fertiggestellt:

2 Synchronmotoren als Kontaktgeber für Quarzuhren,
1 durch einen Synchronmotor angetriebener einfacher Zeitschreiber hoher Genauigkeit,
1 Stoppgerät für objektive Stoppuhrenprüfung,
1 elektromagnetische Jocheinrichtung,
1 Abschmelzgerät für Quarzthermometer,
1 verstellbarer rotierender Sektor mit äußerer Lagerung des Sektorteiles.

Noch im Bau befinden sich: Eine kleine Kreisteilmaschine, eine Feinstelleinrichtung zur Stromwaage, ein Strahlungspyrometer, ein verstellbarer rotierender Sektor, ein Mikrometer mit gleichbleibendem Meßdruck.

An kleineren Arbeiten wurden ausgeführt: Mehrere Kondensatormikrophone, eine Anzahl Lochscheiben für Stimmgabelprüfungen, verschiedene Teilarbeiten zur Normalohmbestimmung und zur Stromwaage, mehrere Teilungsarbeiten, ein Quecksilberverdampfungsgerät, mehrere erschütterungsunempfindliche Aufstellungen für Galvanometer sowie eine größere Anzahl Stempelungsarbeiten.

39. **Prüftätigkeit der Präsidialabteilung.**

Laboratorium für Feinmechanik.

(Werner, Bochmann, Lehmann, Bürger.)

57	(23)	Leitspindeln,	74	(107)	konische Innengewinde,
11	(6)	zylindrische Normalgewinde,	3	(0)	Grenzlehrdorne,
2	(4)	Gewindeproben,	1	(5)	Einstellehre,
2	(0)	Satz Gewindelehren,	16	(0)	Sphärometerringe,
1	(3)	Mikrometerspindel,	38	(12)	Stimmgabeln (bis September 1934).
74	(107)	konische Außengewinde,			

Außerdem wurden für die Laboratorien der Reichsanstalt in größerem Umfange Messungen der verschiedensten Art ausgeführt.

Laboratorium für Akustik. (Grützmacher, Voigt.)

38 (0) Stimmgabeln (vom Oktober 1934 an).

Laboratorium für Radioaktivität. (Fränz, Weiß.)

71 (64) Radiumpräparate } im ganzen äquivalent 1202 (932) mg *Ra*,
0 (1) Mesothorpräparate }
1 (8) Radiumpräparate auf Mesothorfreiheit,
25 (22) radioaktive Materialien (Erze u. a.),
5 (1) radioaktive Materialien auf Mesothorfreiheit,

2 (6) Kompressen,
7 (12) Emanatoren,
1 (1) pharmazeutisches Präparat.
23 (33) Normallösungen wurden abgegeben.

Chemisches Laboratorium. (W. Noddack, Tepohl, Scharnow.)

5 (8) Produkte auf Rhenium,
10 (11) Proben von Metallen oder Legierungen, auf ihre Bruttozusammensetzung,
5 (3) Proben reiner Metalle auf kleine Verunreinigungen,
2 (0) Gasanzeiger auf Empfindlichkeit,
95 (74) Glasprüfungen, davon
35 (42) Arten optisches Glas,
60 (29) Arten Geräteglas.

Photochemisches Laboratorium. (W. Noddack, Meidinger.)

48 (72) röntgen- und bogenspektroskopische Analysen,
74 (0) verschiedene Platten und Filme auf ihre Din-Empfindlichkeit.

Laboratorium für uhrentechnische Versuche. (Keil, Rieckmann.)

2 Stoppuhren für Kurzzeitmessungen.
Daneben wurde für Laboratorien der Reichsanstalt eine Anzahl Stoppuhren geprüft und neu fein eingestellt.

Laboratorium für die Zulassung mechanisch betriebener Spiele. (Keil, Rieckmann.)

2574 mechanisch betriebene Spiele erhielten Zulassungszeichen auf Grund des § 12 der Verordnung vom 25. Juni 1934.

Abteilung I (Maß und Gewicht).

40. Druckkoeffizient der Luftbrechung. (Kösters, Lampe.) Mit Versuchen, die Größe des Druckkoeffizienten der Luftbrechung durch Volumenteilung zu bestimmen, wurde begonnen. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Brechung der Dichte einfach proportional ist, d. h. der Ausdehnungskoeffizient der Luft 0,00367 gibt auch die Änderung der Brechung mit dem Druck.

41. Neue Kryptonröhren. (Kösters, Lampe.) Die mit Glühkathoden versehenen und mit ganz geringer Gasdichte betriebenen Kryptonröhren haben sich bei der Ausmessung von Endmaßen bis zu 500 mm Länge sehr gut bewährt. Zwei solche Kryptonröhren wurden für das Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres und drei für die Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung in Berlin formiert.

42. Apparat zur Ausmessung von Spulen und Spulenkörpern. (Kösters, Lampe.) Ein Apparat zur Ausmessung von Spulen und Spulenkörpern wurde nach modernen Gesichtspunkten unter Verwendung neuzeitlicher Meßmethoden vollständig entworfen und von der Firma Loewe-Gesfürel in Berlin gebaut. Mit diesem Apparat wurden Vormessungen der von der Firma Bernhard Halle Nachf. in Berlin-Steglitz geschliffenen Quarzgutkörper für die Vergleichung des absoluten und internationalen Ohms ausgeführt. Die Abweichungen der Spulenkörper von der Zylinderform gehen bis zu $\pm 3\,\mu$.

43. Vergleichung zweier in Wellenlängen ausgemessener Endmaße von 1 m Länge. (Kösters, Lampe.) Ein Hommel-Parallel-Endmaß von 1000 mm Länge wurde mit Hilfe der gelbgrünen Kryptonlinie 5651 in Vakuumwellenlängen der roten Kadmiumlinie 6440 ausgemessen. Die Bestimmung des Endmaßes erfolgte mit einem mittleren Fehler von $2 \cdot 10^{-8}$ der Länge. Dieses Endmaß wurde mit einem gleichlangen Endmaß, das im National Physical Laboratory in Teddington nach völlig anderer Methode ebenfalls in Vakuumwellenlängen der roten Kadmiumlinie ausgemessen war, verglichen, und zwar sowohl in der Reichsanstalt als auch im National Physical Laboratory. Es ergab sich bei der deutschen Messung eine Übereinstimmung von weniger als $1 \cdot 10^{-8}$ der Länge. Die in England vorgenommenen Vergleichsmessungen konnten noch nicht ausgewertet werden,

weil noch eine neue Bestimmung des englischen Endmaßes erfolgen soll. Eine vorläufige Berechnung ergibt eine ähnlich genaue Übereinstimmung.

Nach dem Vergleich in England wurde das deutsche Meter-Endmaß vollkommen neu bestimmt unter Erweiterung des Temperaturbereichs. Die Beobachtungen zeigen, daß sich der Metermaßstab in der Zeit vom Juni bis Oktober um 0,16 μ verlängert hat.

Beim Vergleich dieser Messungen erschien es als notwendig, die bisher von der RA als Anschubkorrektion bezeichnete Größe (Phasensprung, Eindringungstiefe, Dicke der Zwischenschicht) genauer zu bestimmen. Mit der Herrichtung der notwendigen Versuchsapparatur ist begonnen worden.

44. **Strichmaß-Prototypvergleichungen.** Das deutsche Strichmaß-Prototyp Nr. 18 und das englische Strichmaß-Prototyp Nr. 16 wurden im Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres direkt miteinander verglichen. Die Beobachtungen ergaben keine nennenswerte Abweichung von der Fehlertafel.

45. **Invardrähte** (Zipler, Neumann.) Für das Reichsamt für Landesaufnahme in Berlin wurden 8 Invardrähte vor und nach einer Basismessung geprüft. Bei der zweiten Prüfung wurden gleichzeitig die von dem genannten Amt neu konstruierten Spannböcke für Meßdrähte untersucht.

Der Bandmaßkomparatorraum wurde mit Türen abgeschlossen und mit einer elektrischen Heizung ausgestattet, so daß nunmehr die Ausdehnungskoeffizienten von Invardrähten und Bandmaßen relativ zu einem Normal bekannter Ausdehnung bestimmt werden können.

46. **Bestimmung eines 3 m-Invarstabes.** (Zipler, Neumann.) Für das Reichsamt für Maße in Warschau wurden die Gesamtlänge und die Ausdehnung eines Invar-Strichmaßstabes von 3 m Länge auf dem Großen Komparator bestimmt.

47. **Längennormale für das türkische Eichwesen.** (Zipler, Neumann.) Für das türkische Eichwesen wurden 1 Zweimeter-Strichmaßnormal und 6 Meter-Strichmaßnormale geprüft.

48. **Verordnungen und Vorschriften über Längen- und Flächenmeßgeräte.** (Lanzrath.) Die Verordnung über die Eichpflicht der zur Längenmessung und der zur Flächenmessung dienenden Meßwerkzeuge und Meßmaschinen vom 22. Dezember 1932 (Reichsgesetzblatt 1933 I, S. 4) wurde auf Grund der inzwischen geänderten eichtechnischen Lage und insbesondere mit Rücksicht auf die derzeitige wirtschaftliche Lage der beteiligten Kreise der Industrie aufgehoben und ersetzt durch die Verordnung über die Verpflichtung zur Eichung von Meßgeräten vom 11. Dezember 1934 (Reichsgesetzblatt 1934 I, S. 1245). — Die Verordnungen über Übergangsbestimmungen mit ihren Ausführungsbestimmungen für Längen- und Flächenmeßgeräte sowie die Vorschriften der Eichordnung und der zugehörigen Instruktion wurden der eichtechnischen Entwicklung der Meßgeräte durch entsprechende Änderungen angepaßt. — Die bildlichen Darstellungen über die bisher endgültig zur Eichung zugelassenen Bauarten wurden weiter ergänzt.

49. **Papiermeßmaschinen.** (Lanzrath.) Es wurden drei Bauarten von Meßmaschinen zur Bestimmung der Länge von Papierbahnen auf Eichfähigkeit geprüft.

50. **Draht- und Kabelmeßmaschinen.** (Lanzrath.) Auf dem Gebiete der Draht- und Kabelmeßmaschinen wurden 18 Bauarten geprüft, drei Bauarten wurden probeweise zur Eichung zugelassen. Weiterhin wurde ein Prüfgerät für Draht- und Kabelmeßmaschinen entwickelt.

Ferner wurde die zulässige Anwendung der geeichten Bandmaße aus Papier für die Kabelindustrie zur Bestimmung von bleigemantelten Kabeln, namentlich von Kabeln besonderer Art, z. B. So-Kabeln, geregelt.

51. **Stoffmeßmaschinen.** (Lanzrath.) Das Gebiet des Meßwesens der Textilindustrie wurde durch Entwicklung völlig neuer Bauarten von Stoffmeßmaschinen weiter gefördert. Insgesamt wurden 31 neue Bauarten geprüft, davon sind 8 Bauarten probeweise zur Eichung zugelassen worden. Im Zusammenhang hiermit wurden neue Ausführungsformen von Zählwerken geprüft. Außerdem wurden mehrere Normalbänder aus Leinenstoff mit Drahteinlage von 50 m Länge geprüft.

52. **Fahrstreckenmesser, Taxameter.** (Lanzrath.) Durch Fahrversuche auf der Avus in Berlin und auf der Versuchsfahrstrecke in Braunschweig wurde die Prüfung auf Eichfähigkeit von Fahrstreckenmessern an Kraftfahrzeugen und von Taxametern an Kraftdroschken weitergeführt. Die bisher probeweise zugelassene Bauart eines Fahrstreckenmessers wurde nunmehr endgültig zugelassen. Es wurden drei Bauarten von Taxametern auf Eichfähigkeit geprüft.

Für die Ausführung der Eichung wurde ein Meßwagen als Prüfgerät entwickelt.

53. **Flächenmeßgeräte, Planimeter, Ledermeßmaschine.** (Lanzrath.) Drei Planimeter eichfähiger Bauarten wurden auf Grund der allgemeinen Eichvorschriften geprüft und geeicht. Außerdem wurden noch fünf Planimeter nicht allgemein eichfähiger Bauarten geprüft und von diesen zwei Stück auf Grund der Übergangsbestimmungen geeicht. — Weiterhin wurde ein Kontrollineal für

ein Präzisionskompensationsplanimeter geprüft. — Von Ledermeßmaschinen wurden zwei neue Bauarten auf Eichfähigkeit geprüft, davon wurde eine Bauart probeweise zugelassen.

54. Vorschriften für Flüssigkeitsmeßgeräte. (Thomas, Padelt.) Die §§ 31 bis 46 der Eichordnung, die im vorigen Jahre einer durchgreifenden Umarbeitung und Ergänzung unterzogen worden sind, wurden auf Grund der mit der neuen Fassung der Vorschriften im Laufe des letzten Jahres gesammelten Erfahrungen weiter ergänzt und ausgebaut. Ferner sind die Vorschriften für Wassermesser (Eichordnung §§ 158 bis 164) weitgehend umgestaltet und ergänzt worden, um sie dem jetzigen Stand der Meßtechnik auf dem Gebiete der Wasservermessung anzupassen.

Die Vorbereitungsarbeiten für die Neuherausgabe der Instruktion II wurden fortgesetzt. Insbesondere wurden die Prüfungsbestimmungen für große Durchflußmesser weiter ausgebaut. Untersuchungen, ob und wie weit die Prüfung eines Teiles der Meßgeräte für Benzin und Benzol bei der Prüfung auf einem Prüfstand mit dem weniger feuergefährlichen Petroleum durchgeführt werden könnte, sind noch nicht abgeschlossen. Die Vorversuche sind erfolgversprechend und werden fortgesetzt.

Einzelne neu bearbeitete, in sich abgeschlossene Teile der Instruktion, z. B. die Bestimmungen über die Eichfähigkeit nicht ortsfest aufgestellter Meßgeräte, die Regelung der Zulässigkeit von Meßwerkzeugen für die Vermessung dünnflüssiger Mineralöle, die allgemeinen Vorschriften über die Stempelung der Meßgeräte u. ä. sind bereits durch Rundschreiben vorläufig in Kraft gesetzt worden.

55. Systemprüfungen von Flüssigkeitsmeßgeräten. (Thomas, Padelt.) Bearbeitet wurden 130 Zulassungsanträge, in 57 Fällen wurden wichtigere Auskünfte und Entscheidungen erteilt.

56. Untersuchungen von Trommelmessern. (Padelt.) Gelegentlich der Systemprüfungen von Kippmessern (Trommelmessern) und der Beglaubigung und Prüfung von Trommelmessern ist die Fehlerkurve dieser Meßgeräte eingehend untersucht worden.

57. Fässer. (Thomas, Padelt.) Es sind zwei Bauarten von Pasteurisierfässern probeweise zur Eichung zugelassen worden. Bei diesen Fässern wird durch die Gestaltung der Einfüllöffnung dafür gesorgt, daß bei der Füllung des Fasses ein stets gleicher Raumteil ungefüllt bleibt. Dies ist erforderlich, damit die Fässer nicht infolge der Ausdehnung der Füllung bei der Pasteurisierung eine bleibende Deformation erleiden, andererseits aber auch der Füllinhalt des Fasses genau bestimmt werden kann.

58. Fischversandgefäße. (Thomas, Padelt.) Die Bestimmungen über die eichamtliche Beglaubigung von Fischversandgefäßen wurden in Anpassung an die Bedürfnisse der Praxis in verschiedenen Punkten geändert.

59. Handelswaagen. (Schönherr, Kornatz, Blum, Johannsen.) Der Bau von Fuhrwerkswaagen ohne Entlastungsvorrichtung wurde von fast allen größeren Waagenbaufirmen aufgenommen; die entsprechenden Erprobungsverfahren wurden eingeleitet. Auch für die Zulassung von Gleiswaagen mit Gleisunterbrechung ohne Entlastungsvorrichtung wurden die Bedingungen für die Zulassung zur Eichung ausgearbeitet; eine Bauart wurde probeweise zur Eichung zugelassen. Die Erprobungsverfahren für Dämpfungsvorrichtungen an Laufgewichtswaagen mit Sicherheitsdruckwerk wurden abgeschlossen. Für die Zwecke der Post wurden Tafelwaagen mit Entlastungsvorrichtung zugelassen. Auf dem Gebiete der Waagen mit Neigungsgewichtseinrichtung wurden 26 Bauarten endgültig und weitere 14 Bauarten probeweise zur Eichung zugelassen. Die sonstigen Untersuchungen und Entscheidungen betrafen Waagen verschiedener Art, z. B. Federwaagen mit Fernanzeige, Personenwaagen mit Münzsperrwerk, Waagen mit Addierwerk, Stückzählwaagen, Raddruckwaagen verschiedener Bauarten zur Ermittelung des Achsdruckes von Kraftfahrzeugen und andere Sonderkonstruktionen.

60. Waagen für besondere Zwecke. (Schönherr, Kornatz, Blum, Johannsen.) Die Systemprüfungen von Waagen zur selbsttätigen Abwägung von Füllgut wurden fortgesetzt. Mehrere Bauarten, insbesondere Waagen zur Abwägung von Mehl und mehlartigen Stoffen sowie von schwerfließendem Füllgut und eine Waage zur Abwägung von Milch mit Prozentskala wurden probeweise zur Eichung zugelassen. Die Untersuchungen über die Eichfähigkeit von Sortiermaschinen wurden fortgeführt.

61. Getreideprober. (Schönherr, Lenk.) Die Nachprüfung der Beziehungen der eichfähigen Getreideprober untereinander und mit zwei neuen Arten von Literprobern hat gezeigt, daß für die Abmessungen der Proberteile engere Grenzen als bisher vorzuschreiben sind, und daß die amtliche Getreideprobertafel auf Grund umfassender Schüttversuche neu zu bestimmen ist.

Um der Entwicklung im Getreideproberbau folgen zu können, mußte die Eichordnung IX neu gefaßt werden. — Ein selbsttätig arbeitender Literprober für fortlaufenden Betrieb wurde einer Herstellerfirma für je eine Getreideart probeweise zugelassen.

62. **Zulassung von Gasmessern zur Eichung (Systemprüfungen).** (Weymann, Mentzel, Umpfenbach.) Es wurde wiederum eine größere Anzahl von Zulassungsanträgen erledigt, die sowohl neue Bauarten von Gasmessern als auch Gasmesser mit Anbauteilen und solche mit heraufgesetzter Drehzahl betrafen. Ein noch schwebendes Verfahren bezüglich der Zulassung einer neuen Bauart von Drehkolbengasmessern wurde bis auf die noch fehlende Veröffentlichung durchgeführt.

Die der Schaffung einer reichseigenen Versuchsanlage zur Prüfung von großen Kammer- und Strömungs-Gasmessern dienenden Arbeiten wurden neuerdings in Richtung auf eine Zwischenlösung fortgesetzt. Es wurden zwei von den Berliner Städtischen Gaswerken dankenswerterweise zur Verfügung gestellte ältere Crosley-Gasmesser zu je 2000 m^3/h nach Überholung von der Reichsanstalt als Eigentum übernommen.

63. **Vorschriften für eichfähige Gasmesser.** (Weymann, Mentzel, Umpfenbach.) Die seit Jahren beabsichtigte Neufassung der Instruktion VIII zur Eichordnung konnte in diesem Jahre wesentlich gefördert werden. Der die Prüfung der Gasmesser betreffende Abschnitt und eine schon vorbereitete, die eichtechnische Behandlung der Crosley-Gasmesser zu 150 m^3/h oder mehr regelnde Ergänzung zu dieser Instruktion wurden im Entwurf fertiggestellt. Im Zusammenhang damit wurden auch die §§ 126, 128 und 129 der Eichordnung mit Rücksicht auf die bevorstehende Neufassung überarbeitet.

Für die eichamtliche Überwachung des Anbaues vorgeprüfter Mengenumwerter an geeichten Drehkolbengasmessern wurden Richtlinien aufgestellt und den in Frage kommenden Eichungsaufsichtsbehörden mitgeteilt.

Auf dem Gebiete der „Bildlichen Darstellungen" und der Normung eichfähiger Gasmesser wurde in Ausführung des § 124 der Eichordnung (in der 1933 veröffentlichten neuen Fassung) sowie in Verfolgung des Planes eines Neuaufbaues der „Bildlichen Darstellungen" durch ein Rundschreiben an die Gasmesserfabriken Deutschlands für eichfähige Gasmesser eine Neuzulassung aller bisher zugelassenen Bauarten und eine Normung des Hauptschildes in die Wege geleitet. Auch wurde mit dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern e. V. verhandelt mit dem Ziel, gemeinsam mit den beteiligten Fachkreisen eine Normung der Größen eichfähiger Gasmesser herbeizuführen.

64. **Instruktionen für Aräometer und Glasgeräte.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Die Instruktionen zu den Eichvorschriften für Aräometer und Meßwerkzeuge für wissenschaftliche und technische Untersuchungen wurden fortgesetzt, u. a. wurde die Ergänzung und Neuberechnung aräometrischer Nomogramme begonnen.

65. **Aräometernormale.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Die Neubestimmung von Aräometernormalen der Reichsanstalt wurde fortgesetzt. Normale ausländischer Eichbehörden wurden zum Teil neu bestimmt, zum Teil nachgeprüft.

66. **Ausarbeitung einer Methode zur Bestimmung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Eine Methode zur Bestimmung der Oberflächenspannung wurde mathematisch durchgearbeitet. Beobachtungen sind im Gange.

67. **Bestimmung der Oberflächenspannung von Bierwürzen.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Ein zur Vorlegung bei Gericht bestimmtes Gutachten über die Zuverlässigkeit der Saccharimeter für Bierwürzen machte Bestimmungen der Oberflächenspannung von Bierwürze erforderlich. Würzen von verschiedener Stärke, gehopft und ungehopft, aus einer Reihe von Brauereien wurden untersucht. Die Untersuchung der Würzen aus bayerischen Brauereien dauert noch an. Vorläufige Ergebnisse: Die Oberflächenspannungen entsprechender Berliner und Münchener Würzen stimmen nahezu überein, und zwar sind ihre Werte merklich kleiner als diejenige Oberflächenspannung, für die das amtliche Saccharimeter für Bierwürze eingerichtet ist, das aus diesem Grunde die Stärke der Würze im Durchschnitt um etwa 0,1 vH zu hoch angibt.

68. **Ausdehnungsbestimmungen.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Auf Ersuchen der Prüfungs- und Lehranstalt der Reichszollverwaltung Hamburg-Altona wurde die thermische Ausdehnung von zollamtlich wichtigen Ölen – Rohölen und Destillaten – untersucht. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den vom Bureau of Standards festgestellten Ausdehnungskoeffizienten entsprechender Öle.

69. **Volumenbestimmung von Menisken.** (Hartmann, W. Hoffmann.) Für Röhren von 3 bis 12 mm Durchmesser sind Untersuchungen im Gange, die auf Wasser, Quecksilber, Kalilauge und Kaliumpermanganat erstreckt werden. Die Volumina der Menisken sind erforderlich zur Umrechnung der Raumgehalte chemischer Meßgeräte von der Justierflüssigkeit auf die Gebrauchsflüssigkeit.

70. Prüftätigkeit der Abteilung I.

Laboratorium für Längenmaße. (Lampe, Zipler, Neumann.)

24	(20)	Kryptonröhren,
147	(152)	rechtwinklige Endmaße,
2	(20)	zylindrische Endmaße,
3	(0)	Kugel-Endmaße,
142	(70)	Endmeter,
1	(0)	Strichmeter ersten Ranges, mit Ausdehnungsbestimmung (Invar),
29	(13)	Strichmeter geringerer Güte,
1	(0)	Strichmaß ersten Ranges über 1 m, mit Ausdehnungsbestimmung,
2	(4)	Strichmaße geringerer Güte über 1 m,
2	(5)	Strichmaße unter 1 m,
16	(7)	Jäderindrähte,
9	(6)	Bandmaße,
1	(0)	Präzisions-Nivellierlatte,
0	(4)	Meßkeile,
1	(2)	Objektmikrometer,
3	(1)	Blutkörperchenzählkammern,
2	(2)	Ausdehnungsbestimmungen an Stahlbändern,
42	(17)	Meßgeräte verschiedener Art für die Seeschiffsvermessung,
137	(62)	Meßgeräte verschiedener Art für die Zollverwaltung.

Laboratorium für Flüssigkeitsmeßgeräte. (Thomas, Padelt.)

9	(9)	Wassermesser, darunter 1 Trommelmesser zu 150 l Trommelinhalt und eine Meßvorrichtung an einer Betonmischmaschine,
22	(9)	Scheibenmesser für dünnflüssige Mineralöle,
5	(1)	Scheibenmesser für Milch,
2	(5)	Eichkolben.

Laboratorium für Wägungen und Gewichtseichung. (Langbein, Lenk.)

2	(8)	Hauptnormale,
5	(0)	Satz Gebrauchs- bzw. Kontrollnormale für Präzisionsgewichte,
58	(51)	Satz analytische Gewichte,
1	(0)	Satz zylindrische Gewichte mit Justierung,
2	(0)	Satz Gewichte aus V2A-Stahl mit Justierung,
1	(0)	Satz Meßscheiben aus Stahl vor und nach mehrfacher Beanspruchung,
8	(0)	Satz Spezialgewichte,
8	(0)	Platingewichte zur Stromwaage für Abteilung II,
19	(24)	Garngewichtssätze,
5	(7)	Garnwaagen.

Laboratorium für Waagen, Getreideprober. (Schönherr, Blum, Lenk.)

86	(102)	Achsdruckmesser zum Polizeigebrauch verschiedener Bauarten,
2	(0)	Litergetreideprober als Hauptnormale für die Türkei,
3	(3)	Litergetreideprober als Normale für Eichbehörden,
6	(5)	Zwanzigliterprober, Nacheichung am Aufstellungsorte.

Laboratorium für Aräometer und Glasgeräte. (Hartmann, W. Hoffmann.)

308	(476)	Aräometer,
230	(90)	Meßwerkzeuge für wissenschaftliche und technische Untersuchungen.

Laboratorium für Gasmesser. (Weymann, Mentzel, Umpfenbach.)

33	(32)	Drehkolbengasmesser (Eichung),
6	(0)	Mengenumwerter für geeichte Drehkolbengasmesser (Vorprüfung),
4	(0)	Kontrollgasmesser, darunter ein Crosley-Gasmesser zu 700 m^3/h und zwei Drehkolbengasmesser (Prüfung und Beglaubigung).

Abteilung II (Elektrizität und Magnetismus).

71. **Internationale Vergleichungen von Widerständen und Normalelementen.** (v. Steinwehr.) Im Bureau International wurden vergleichende Messungen an Normalwiderständen und Normalelementen ausgeführt, die zu diesem Zwecke aus den Staatsinstituten der Länder, welche eigene internationale Einheiten besitzen, dem Bureau überbracht worden waren. Es ergab sich, daß die Abweichungen der Werte dieser Einheiten vom Mittelwerte nur in einem Falle einen Betrag von mehr als $1 \cdot 10^{-5}$ erreichen.

Wie im vergangenen Jahre wurden die durch Herrn Prof. v. Krukowski überbrachten Widerstands- und Spannungsnormale des polnischen Staates an die Einheiten der PTR angeschlossen.

72. **Stromwaage.** (v. Steinwehr, Gremmer.) Die Methoden zur Justierung der Spulen in der Stromwaage wurden ausgearbeitet und mehrere Justierungen und Wägungen für verschiedene Stromstärken bzw. Belastungen ausgeführt. Ein Wert für das Verhältnis des internationalen zum absoluten Ampère kann hieraus noch nicht abgeleitet werden, da hierfür noch die von den Dimensionen des Wickelraumes der Spulen herrührenden Korrektionen ermittelt werden müssen.

73. **Widerstandsnormale.** (v. Steinwehr.) Im Berichtsjahre wurde die Vergleichung der Manganinnormale und der Anschluß der Gebrauchsnormale an die Widerstandseinheit der PTR ausgeführt. Es ergab sich, daß die bisher stets festgestellte, ausgezeichnete, relative zeitliche Konstanz der Werte der Widerstände aller Größen unverändert geblieben ist.

74. **Widerstandsmaterialien.** *a) Hitzebeständigkeit.* (Schulze.) An einer Anzahl der neuen in den Handel gebrachten Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen wurden Prüfungen der Hitzebeständigkeit vorgenommen. Es zeigte sich, daß sie im allgemeinen bis 1350° C für den Dauerbetrieb brauchbar sind.

b) Schmelzpunkte. (F. Hoffmann, Schulze.) Von vier verschiedenen Sorten der Chrom-Eisen-Widerstandslegierungen (Megapyr, Kanthal-A_1, Permatherm, Alsichrom) wurden die Schmelzpunkte im Vakuumofen mit einem Glühfadenpyrometer bestimmt; sie liegen durchweg bei etwa 1500° C. (Physik. Zeitschr. 35, 881, 1934.)

75. **Normalelement mit kleiner Spannung.** (Gremmer.) Das Element hat folgende Zusammensetzung: Der positive Pol besteht aus zwölfprozentigem, der negative Pol aus sechzigprozentigem Cadmiumamalgam. Die Amalgamkonzentrationen sind so gewählt, daß beide Pole zweiphasig sind, und zwar enthält der positive Pol eine feste und eine flüssige Phase, während der negative Pol aus zwei festen Phasen besteht. Als Elektrolyt dient eine Cadmiumsulfatlösung beliebiger Konzentration. Die EMK ist 0,04460 Volt bei 18° C, der Temperaturkoeffizient $-2{,}6 \cdot 10^{-4}$ Volt/Grad. Das Element ist auf 1 vT reproduzierbar und scheint sich zur Messung kleiner Spannungen (z. B. von Thermokräften) zu eignen.

76. **Umwandlungswärmen.** (v. Steinwehr, Schulze.) Die Untersuchungen zur Bestimmung der Umwandlungswärme beim A_4-Punkt (1401° C) des Eisens haben an dem etwa 17 kg schweren Block aus vakuum-geschmolzenem Elektrolyteisen wegen Materialschwierigkeiten nicht zum Ziele geführt; sie werden daher nach einer anderen Methode durchgeführt. Über die Umwandlungswärme des β-Messings vgl. Physik. Zeitschr. 35, 385, 1934.

77. **Untersuchungen über die magnetische Umwandlung** (Kussmann, Schulze) wurden durch Aufnahme von Widerstands-Temperatur-Kurven und Magnetisierungs-Temperatur-Kurven (bei verschiedenen Feldstärken) an Legierungen des Nickels und Eisens fortgesetzt.

78. **Neue Erscheinung bei Umwandlungen, die sich über ein Temperaturgebiet erstrecken.** (Schulze, Moser.) Etwa 80° unterhalb des Beginns der magnetischen Umwandlung des Nickels, d. h. bei 260° C treten in den Kurven des Widerstandstemperaturkoeffizienten, des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der spezifischen Wärme, sowie in den Abkühlungskurven sprunghafte Änderungen auf, die anscheinend im Zusammenhang mit der Umwandlung stehen, bzw. dieselbe in irgendeiner Weise einleiten. Dasselbe Verhalten zeigt sich auch unterhalb der magnetischen Umwandlung des Eisens. Ferner wurde diese Erscheinung etwa 160° unterhalb des Beginns der Umwandlung des β-Messings gefunden. Letzteres steht im Einklang mit Beobachtungen, die von anderer Seite an den Gold-Kupfer-Legierungen gemacht wurden.

79. **Allotropie-Untersuchungen an Metallen.** *a) Kalzium.* (Schulze, Graf.) Die Umwandlungsuntersuchungen an Kalzium wurden an sehr reinem Metall (99,9 vH) fortgesetzt. Aus dem Verhalten der physikalischen Eigenschaften ergab sich, daß außer der allotropen Umwandlung bei 430° noch eine zweite bei 300° und eine dritte bei 220° auftritt. Die bereits veröffentlichten röntgenographischen Untersuchungen (vgl. Nr. 103) weisen auf Änderung des Kristallgitters hin.

b) Barium und Eisen. (Schulze.) Dilatometrische Messungen an Barium deuten darauf hin, daß unterhalb 400° eine Umwandlung vorhanden ist. — Anschließend an die Untersuchungen der Umwandlungsgebiete des Eisens von höchster Reinheit wurde die thermische Ausdehnung von vakuumgeschmolzenem Elektrolyteisen (99,97 vH) bis 1000° C bestimmt. Im Zusammenhang hiermit wurde auch die thermische Ausdehnung verschiedener Stäbe aus *K*-Masse bis 1000° gemessen.

80. Schmelzpunkte von Kalzium, Strontium, Barium. (F. Hoffmann, Schulze.) Die Schmelzpunkte der drei Erdalkalimetalle (handelsübliche und sehr reine Metalle) wurden unter Benutzung eines Vakuumofens in Argonatmosphäre bestimmt. Wegen der großen Affinität zum Stickstoff mußte auf besondere Reinheit des Gases geachtet werden. (Vgl. Nr. 148.)

81. Potentialmessungen im Umwandlungsgebiet. (Lob.) Zur Bestimmung der Änderung der freien Energie bei solchen Umwandlungen, bei denen keine Änderung der Gitterstruktur auftritt, wurden Messungen des Potentialunterschieds gleichartiger Elektroden mit einem geschmolzenen Salz als Elektrolyt sowohl an β-Messing wie an Nickel in dem das Umwandlungsintervall umfassenden Temperaturgebiete ausgeführt.

82. Temperaturabhängigkeit der elastischen Konstanten von Metallkristallen. (Goens.) Im Temperaturgebiet von + 50° bis — 253° wurde die Änderung des Elastizitäts- und Torsionsmoduls an Einkristallen von *Cu*, *Au*, *Ag* (Teilergebnisse) sowie *Mg* nach einer früher beschriebenen Methode (Ann. d. Phys. 4. 733, 1930) bestimmt und daraus die Temperaturkoeffizienten der elastischen Hauptparameter S_{ik} abgeleitet. Als wesentliche Folgerungen seien genannt: 1. Die elastische Anisotropie dieser Metalle bleibt beim absoluten Nullpunkt, wenn auch im verringerten Maße, erhalten. 2. Eine gelegentlich von L. Brillouin (C. R. 192, 668, 1931) auf Grund theoretischer Ansätze ausgesprochene Vermutung, daß die Nichterfüllung der Cauchy-Relation bei höheren Temperaturen mit Annäherung an den absoluten Nullpunkt verschwindet, wird experimentell widerlegt. 3. Die Änderung der Schallgeschwindigkeit und damit der charakteristischen Temperaturen Θ der Debyeschen Festkörpertheorie zwischen Zimmertemperatur und dem absoluten Nullpunkt betragen schätzungsweise nur einige Prozent, die übliche Vernachlässigung der Temperaturabhängigkeit von Θ erweist sich daher in erster Näherung als gerechtfertigt.

83. Elastische Konstanten des *Au*- und *Pb*-Einkristalls. (Goens.) Es wurden die elastischen Hauptparameter des *Au*- und *Pb*-Einkristalls bestimmt. Bemerkenswert ist an letzterem die besonders starke Anisotropie der elastischen Eigenschaften. ($E_{100}:E_{111} = 1:3{,}8$, $G_{100}:G_{111} = 3{,}0:1$).

84. Vergleichung des absoluten und des internationalen Ohm. (Zickner, Goens.) Zur Ermittlung eines für die Brückenmessungen bezüglich Empfindlichkeit und Dämpfung geeigneten Vibrationsgalvanometers wurden eingehende Untersuchungen vorgenommen.

Für die Berechnung der Spulen wurde bereits ein Teil der theoretischen Vorarbeiten erledigt.

Das Schleifen des Spulenkörpers aus Quarzgut wurde von der Firma Bernhard Halle Nachfl., Berlin-Steglitz, übernommen. Nach Feststellungen des Laboratoriums für Längenmessungen (vgl. Nr. 42) weicht der geschliffene Quarzgutkörper von der idealen Zylinderform um maximal $\pm 3\,\mu$ ab. Es soll versucht werden, den Körper durch Nachschleifen noch etwas zu verbessern.

Die außerordentlich starke Zunahme der Prüfungsarbeiten des Laboratoriums für Wechselstromnormalien im Berichtsjahre war für den Fortgang der Arbeiten in hohem Grade hinderlich.

85. Messung sehr kleiner Kapazitäten. (Zickner.) Im Verlauf zahlreicher Prüfungen der teilweise sehr kleinen Teilkapazitäten von Schirmgitterröhren wurde eine Kapazitätsmeßbrücke durch sorgfältige Abschirmung, Indikator-Verstärkung und Anwendung geeigneter Normale soweit vervollkommnet, daß kleine Teil- und Betriebskapazitäten (unterhalb 1 $\mu\mu F$) mit einer Genauigkeit von wenigen Zehntausendstel $\mu\mu F$ bestimmt werden können.

86. Dielektrische und Spulenverluste bei Hochfrequenz. (Blechschmidt, Zickner.) Für die Hochfrequenztechnik haben Verlustmessungen an Isolierstoffen, Kondensatoren und Selbstinduktionsspulen, insbesondere auch im Kurzwellengebiet, eine große Bedeutung gewonnen. Die vorhandenen Meßanordnungen der Reichsanstalt wurden für diesen Zweck verbessert und neue Anordnungen geschaffen. Die Messung dielektrischer Verlustwinkel δ erfolgt zwischen 10^4 und etwa $1{,}5 \cdot 10^6$ Hz in einer Hochfrequenzresonanzbrücke, bis etwa $1{,}2 \cdot 10^7$ Hz im Resonanzkreis. Kleine Verlustwinkel können bei einer Einstellgenauigkeit von einigen 10^{-5} bis auf $1 \cdot 10^{-4}$ für den tang δ richtig bestimmt werden. Auch die Messung der Verluste von Selbstinduktionsspulen wurde bis zu 10^7 Hz ausgedehnt.

87. Quarzuhren. (Scheibe, Adelsberger.) Die Quarzuhren I und II wurden am Anfang des Jahres mit verbesserten inneren Thermostaten versehen; in Uhr I wurde außerdem im Sommer des Jahres ein aus einem anderen Glase als bisher hergestelltes Kontaktthermometer versuchsweise eingesetzt.

Mit Jahresschluß hat die im Jahre 1933 in Betrieb genommene Quarzuhr III eine ununterbrochene Laufzeit von 19 Monaten hinter sich, in der keinerlei Umänderungen am Steuersender, Verstärker und den Thermostaten vorgenommen worden sind. Die Uhr zeigte während des Jahres 1933 die konstante tägliche Gangänderung von $-0{,}00009$ sec (entsprechend einer konstanten täglichen Änderung von $+ 1 \cdot 10^{-9}$ der Frequenz des Steuerquarzes). Ohne erkennbare Ursachen verringerte sich diese tägliche Gangänderung im Jahre 1934 auf den Betrag von $-0{,}00001$ sec (entsprechend $+ 1 \cdot 10^{-10}$ der Frequenz), den die Uhr III seitdem behielt.

Diese Erscheinung der Änderung der täglichen Gangänderung wurde an den Uhren I, II, IV und an einer Versuchsuhr eingehend mit dem Ziele studiert, die Änderung und den Betrag der täglichen Gangänderung zu Null zu machen. Es zeigte sich, daß man diesem Ziele durch Beeinflussung des Rückkopplungsfaktors durch Zusatz von Gitter-Anoden- und Gitter-Kathodenkapazitäten an der Steuerröhre des Quarzsteuersenders nahe kommt. Eine ausführliche Veröffentlichung darüber und über das sonstige Verhalten der Uhren in den letzten beiden Jahren ist in Vorbereitung.

88. **Abgabe von Zeitsignalen und Normalfrequenzen.** (Scheibe, Adelsberger.) Die Deutsche Seewarte war auch in diesem Jahr an die Quarzuhren angeschlossen; als ein Erfolg hiervon ist eine bedeutend geringere Schwankung im täglichen Stand des Nauener Zeitzeichens festzustellen.

Als ein weiterer Abnehmer wurde das Werner-Werk der Firma Siemens & Halske über eine Telegraphenleitung an die Quarzuhr III angeschlossen.

89. **Frequenzmeßmethode.** (Adelsberger.) Da sich die Methode sehr bewährt hat, zu messende Hochfrequenzen synchron herab auf einen der Normalfrequenz von 1000 Hz angenäherten Betrag zu teilen, wurde eine technisch brauchbare, leicht bedienbare Frequenzteilungsapparatur für einen Bereich von $3 \cdot 10^7$ bis 10^3 Hz geschaffen. Veröffentlichung darüber ist in Vorbereitung.

90. **Strommessung bei Hochfrequenz.** (Scheibe, Orgel, Hoyer.) Strommesser werden mit Hilfe einer pyrometrischen Methode geeicht, wobei als Vergleichsobjekt ein skineffektfreies Platinrohr mit dem Strommesser in Reihe geschaltet wird. Infolge der Einwirkung stromführender Leiter in der Nähe des Platinrohres tritt auf dessen Fläche trotzdem eine ungleichmäßige Stromverteilung auf, deren Beseitigung bei Höchstfrequenz Schwierigkeiten macht. Die Messungen erstrecken sich auf Ströme bis zu 100 A.

91. **Gemeinsame internationale Richtlinien für die Eichung von Röntgendosismessern.** (Behnken.) Das National Bureau of Standards in Washington, das National Physical Laboratory in London, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt und der Service d'Etalonnage de l'Hôpital St.-Antoine in Paris haben gemeinsame Richtlinien für die Eichung von Röntgendosismessern vereinbart und veröffentlicht. (Vgl. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen **49**, 533, 1934.) Die vier nationalen Laboratorien werden in ihrer Zusammenarbeit für die Entwicklung, Aufrechterhaltung und Vergleichung radiologischer Standards und Einheiten fortfahren und je nach gegebener Veranlassung weitere Mitteilungen herausgeben.

92. **Der Dosisbegriff bei Röntgenstrahlen.** (Behnken.) Es wurde nachgewiesen, daß es von Vorteil ist, den Dosisbegriff nicht mehr, wie bisher üblich, auf die Volumeneinheit, sondern auf die Masseneinheit zu beziehen. Dadurch wird die Luftdosis, auf deren Ermittlung die Dosimetrie beruht, vom Druck und der Temperatur unabhängig, und die Dosis in Wasser bzw. Körpergewebe wird der Luftdosis nahezu gleich. Eine Dosis von 1 *r* bedeutet, daß in 1 g des Gewebes etwa 83 Erg oder rund 2 μcal Röntgenenergie absorbiert werden. (Vgl. Strahlentherapie **50**, 476, 1934.)

93. **Zeichenschärfe von Röntgenröhren.** (Behnken.) Für die quantitative Beurteilung der Zeichenschärfe von Röntgenröhren wurde der Begriff der „Trennbreite" (T) eingeführt. Hierunter wird der Mindestzwischenraum verstanden, welchen zwei kleine Objekte von der Breite D haben müssen, um im Röntgenbilde getrennt zu erscheinen. Die Trennbreite T ist abhängig von der Breite D der zu trennenden Objekte, vom Fokus-Film-Abstand a, vom Objekt-Film-Abstand b und von zwei für die Röntgenröhre charakteristischen Konstanten F und C nach der Formel: $T = F \cdot \frac{b}{a} - C \cdot D$.

Es wurde eine Methode zur experimentellen Bestimmung von F und C ausgearbeitet, welche auf der Ausmessung von in bestimmter Weise ausgeführten Röntgenaufnahmen eines dünnen, schmalen Platinbändchens beruht. Ferner wurde gezeigt, in welcher Weise bei handelsüblichen Röntgenröhren die Trennbreite durch die Orientierung der Röhrenachse gegen die Trennrichtung beeinflußt wird und wie sie sich für verschiedene Gegenden des Strahlenfeldes ändert. (Vgl. Physik. Zeitschr. **36**, 123, 1935.)

94. **Universalkammer.** (Jaeger.) Zu Vergleichsmessungen wurde eine kleine, blendenlose Ionisationskammer mit Fenstern aus 0,01 mm Cellophan gebaut, die sich von überweichen Röntgenstrahlen an (6 kV) bis zu überharten Röntgenstrahlen (500 kV) als wellenlängenunabhängig erwies. (Vgl. Physik. Zeitschr. **35**, 184, 1934.)

95. Dosismessung überweicher Röntgenstrahlen. (Jaeger.) Bei der Standardmessung der überweichen Strahlen mit der Faßkammer muß die Schwächung der Strahlung in der Kammer selbst berücksichtigt werden. Ein dementsprechendes Verfahren wurde ausgearbeitet. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 665, 1934.)

96. Dosismessung überharter Strahlen. (Jaeger.) Um festzustellen, ob die bisher in der Reichsanstalt übliche Methode der Standarddosismessung auch bei überharten Strahlen anwendbar ist, wurden an der Gammavoltanlage der Charité (Dr. von Schubert) eine Reihe von Messungen mit einer Faßkammer von 25 cm Durchmesser ausgeführt. Es ließ sich zeigen, daß die Kammer auch für eine Strahlung von 500 kV und 3 mm *Cu* noch ausreicht. Die Kammer wird ungefähr bis zu einer *Cu-HWS* von 10 mm *Cu* brauchbar sein. Die Fingerhutkammer des Übertragungsgerätes AG I der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und die unter Nr. 94 erwähnte Universalkammer waren auch im Bereich der überharten Strahlen wellenlängenunabhängig. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 841, 1934.)

97. Radiumdosiseinheit. (Jaeger.) Im Zusammenhang mit der Aufgabe, Gammastrahlung in „Röntgen" zu messen, wurde gezeigt, daß das Verhältnis zwischen dem „Röntgen" und der medizinischen Radiumdosiseinheit „mgeh/cm" sich in guter Übereinstimmung mit experimentellen Bestimmungen mittels Kleinkammern aus der Eveschen Konstanten berechnen läßt. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 273, 1934.)

Zur Ausmessung von Radiumpräparaten in „Röntgen" wurde eine Kleinkammer gebaut, deren Eichkonstante für Röntgenstrahlen von etwa 150 kV an bis zu den Gammastrahlen wellenlängenunabhängig ist.

98. Apparatur zur Messung sehr schwacher Ionisationsströme. (Jaeger.) Um die Empfindlichkeit des Fadenelektrometers zu erhöhen, wurden Versuche mit einer optischen Verstärkereinrichtung in Angriff genommen, die mit zwei Photozellen in Differentialschaltung arbeitet.

99. Schwächungskoeffizient inhomogener Röntgenstrahlen. (Jaeger.) Es wurde eine Methode angegeben, nach der man unter bestimmten Bedingungen aus dem gemessenen Dosisschwächungskoeffizienten (scheinbaren K.) den Intensitätsschwächungskoeffizienten (wahren K.) berechnen kann. Im Zusammenhang hiermit hat sich ergeben, daß in sehr verschiedenen Röntgenspektralgebieten gemessene Schwächungskurven verschiedener Stoffe für verschiedene Röhrenspannungen in eine Kurve zusammenfallen, wenn man als unabhängige dimensionslose Variable das Produkt $\mu_\infty \cdot l$ wählt. Hier bedeutet l die Dicke der schwächenden Schicht und μ_∞ den Schwächungskoeffizienten hinter einer unendlich dicken schwächenden Schicht. (Vgl. Physik. Zeitschr. 36, 3, 1935.)

100. Verteilung der Streustrahlenhärte um ein Phantom. (Jaeger, Graf.) An einem Wasserphantom beobachtet man bei weicheren Strahlen, daß die Streustrahlung härter ist als die Primärstrahlung infolge des Überwiegens der Absorption über die Streuung. Bei sehr harten Strahlen dagegen bewirkt der u. U. mehrfache Comptoneffekt eine beträchtliche Erweichung der Streustrahlung gegenüber der Primärstrahlung. In dem Übergangsgebiet wurden eine Reihe von Messungen ausgeführt, wobei auch im geometrischen Bereich des direkten Strahles Streustrahlung und primäre Strahlung getrennt untersucht wurden.

101. Charakterisierung inhomogener Röntgenstrahlen. (Nitka.) Es wurde untersucht, welchen Einfluß Spannungshöhe, Spannungsform und Vorfilterung auf Durchdringungsfähigkeit und Inhomogenität von Röntgenstrahlen ausüben, wenn man als Maß für die Inhomogenität nach dem Vorschlage von Holthusen das Verhältnis der zweiten zur ersten Halbwertschicht wählt. Insbesondere wurde gezeigt, wie sich unter Berücksichtigung der genannten Faktoren der Wirkungsgrad von Röntgenapparaten vergleichen läßt. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 801, 1934.)

102. Charakterisierung von Röntgenröhren. (Nitka.) Bei gleicher Röhrenspannung und gleichem Röhrenstrom lassen sich die Dosisschwächungskurven von Röntgenröhren verschiedener Art miteinander zur Deckung bringen, wobei sich die einzelnen Röhren nur hinsichtlich des Filterwertes der Röhrenwand unterscheiden. Durch Anschluß an eine Röhre mit sehr dünnem Lindemann-Glasfenster können die Dicken der Röhrenwände verschiedener Röhren im Werte eines äquivalenten Aluminiumfilters ausgedrückt werden.

103. Kristallstruktur des Kalziums. (Graf.) Die früher gefundene Umwandlung des Kalziums bei 450° C wurde näher untersucht. Es ergab sich, daß die oberhalb 450° C beständige Phase je nach dem Reinheitsgrad entweder als kubisch-raumzentriertes Gitter oder als hexagonale dichteste Kugelpackung auftritt. Das reinste *Ca* bevorzugt die letztere Struktur. Ein weiterer Umwandlungspunkt wurde bei 300° C gefunden. Der Gittertyp der zwischen 300° C und 450° C beständigen Phase wurde noch nicht eindeutig ermittelt. Der hohe elektrische Widerstand von bei 300° C gepreßten Drähten erklärt sich durch starke Gitterstörungen als Folge des Pressens im Zweiphasengebiet. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 551, 1934.)

104. **Verschiedene Strukturuntersuchungen.** (Nitka.) Für verschiedene Laboratorien der Reichsanstalt wurden Strukturuntersuchungen an Legierungen, Kristallpulvern u. a. ausgeführt.

105. **Vereinfachter Kompensationsapparat.** (Schmidt.) Die Durchbildung eines vereinfachten Apparates für die exakte Bestimmung der Fehler von Meßinstrumenten (vgl. Tät.-Ber. 1933, Nr. 106) ist abgeschlossen. Der entwickelte Apparat gestattet die Fehler der Instrumente an der Skala des Nullinstrumentes unmittelbar abzulesen. Der Apparat wird von den Firmen Hartmann & Braun und Siemens & Halske hergestellt.

106. **Normalwiderstände für Gleichstrom.** (Schmidt.) Die genaue Strommessung mit Hilfe des Kompensationsapparates beruht auf der Messung der Spannung an dem vom Strom durchflossenen Normalwiderstand. Für den Gebrauch in den Laboratorien der elektrischen Prüfämter sind die bisher üblichen Formen der Normalwiderstände mit Petroleumbad und Wasserkühlung zu unhandlich; ihre Abstufung in Dekaden bringt es außerdem mit sich, daß bei den verschiedenen Nennstromstärken der zu prüfenden Instrumente die Meßempfindlichkeit und Genauigkeit sehr verschieden ist. Diese Nachteile vermeidet eine neu entwickelte Konstruktion der Normalwiderstände. 11 Widerstände für Stromstärken von 0,5 bis 50 A sind in einem Gehäuse vereinigt. Sie sind in ihren Werten abgestuft wie die üblichen Nennstromstärken der zu prüfenden Meßinstrumente und können ohne besondere Kühlung bis zu ihren Nennwerten belastet werden; dabei ändert sich der Wert des Widerstandes nicht mehr als maximal 1,5 Zehntausendstel.

107. **Prüfung von Meßwandlern.** (Hohle.) Das im Tätigkeitsbericht 1933 unter Nr. 111*b* erwähnte Verfahren zum Prüfen von Spannungswandlern wurde eingehend untersucht und mit dem unter Nr. 111*a* erwähnten Verfahren zum Prüfen von Stromwandlern derart vereinigt, daß sich daraus eine einfache tragbare Einrichtung zum Prüfen von Meßwandlern mit Hilfe von Normalwandlern durchbilden ließ. Die Apparate werden von den Firmen Hartmann & Braun und Siemens & Halske hergestellt. Vergleichsmessungen an einer solchen fabrikationsmäßig hergestellten Wandlerprüfeinrichtung mit der Methode nach Schering und Alberti ergaben als größte gegenseitige Abweichungen wenige Zehntausendstel im Übersetzungs- und Winkelfehler. (Vgl. Physik. Zeitschr. 35, 844, 1934.)

108. **Prüfung von Höchstspannungswandlern.** (Hohle, Hüter.) Um die schweren Höchstspannungswandler (110–220 kV) am Einbauort selbst nachprüfen zu können, macht sich in der Praxis das Bedürfnis nach einer leicht transportablen Prüfeinrichtung geltend. Um die bei den hohen Spannungen sehr schwer und teuer werdenden Normalwandler zu vermeiden, wird eine mit kapazitiver Spannungsteilung arbeitende Prüfmethode durchgebildet.

109. **Prüfung von Meßwandlerbürden.** (Hohle.) Ein Verfahren wurde angegeben, um mit Hilfe der unter Nr. 107 erwähnten Meßwandler-Prüfeinrichtung Scheinleistung und Leistungsfaktor von Wandlerbürden bestimmen zu können.

110. **Messung der Zeitkonstanten kleiner Widerstände.** (Rump.) Die von Schering angegebene Wechselstrom-Doppelbrücke für die Bestimmung der Winkelfehler von Widerständen enthält bifilare Schleifdrähte. Das Arbeiten mit diesen Schleifdrähten befriedigt nicht, wenn es nötig ist, viele Widerstände zu messen. Es gelang durch Verwendung besonders abgeglichener technischer Widerstände eine Anordnung zu schaffen, bei der die Gleichheit der Zeitkonstanten der einzelnen Brückenzweige gesichert ist und bei der die störende Induktion durch magnetische Fremdfelder eliminiert werden kann. Es wird z. Zt. eine Apparatur nach den erhaltenen Versuchsergebnissen gebaut.

111. **Neukonstruktion der Wechselstrom-Normalwiderstände.** (Rump.) Die Umkonstruktion der bisher verwendeten Wechselstrom-Normalwiderstände, bei denen das Manganinband zwischen zwei wassergekühlten Kupferbacken eingeschlossen ist, genügt noch nicht den hohen Anforderungen, welche bei der Prüfung von Normalstromwandlern an die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Widerstände gestellt werden. Es werden daher Versuche gemacht, die Normalwiderstände auf völlig neuer Grundlage aufzubauen.

112. **Überwachung isolierter Leitungen.** (R. Vieweg, Pfestorf.) Auf Antrag einer Anzahl Herstellen von Kabeln und isolierten Leitungen wurde die früher nur gelegentlich vorgenommene Prüfung von Leitungen in eine laufende Überwachung übergeführt. Einigen der Firmen wurde bereits die Berechtigung zur Führung eines besonderen Kennfadens erteilt (vgl. Bekanntmachungen in der Elektrizitätswirtschaft 33, 276, 380, 468, 1934.)

113. **Stoffe hoher Dielektrizitätskonstante.** (R. Vieweg, Pfestorf.) Prüfungsanträge boten Veranlassung, die neuen keramischen Isolierstoffe mit hoher Dielektrizitätskonstante zu untersuchen und die Meßverfahren den erweiterten Bereichen (Dielektrizitätskonstante ε bis 100) anzupassen.

114. Untersuchung vergießbarer Massen. (R. Vieweg, Pfestorf.) Für die elektrische Untersuchung technisch wichtiger, vergießbarer Massen (Wachse u. ä.) konnten die Schwierigkeiten, die der Herstellung einheitlicher, dichter Versuchskörper infolge der Volumenkontraktion beim Erstarren entgegenstehen, dadurch behoben werden, daß die Massen entweder in einem nachgiebigen Gefäß erstarrten oder daß eine kühlbare Elektrode angewandt wurde. Die Untersuchung wird demnächst veröffentlicht.

115. Elektrische Messungen an kleinen Isolierstoffproben. (R. Vieweg, Pfestorf.) Um die elektrischen Eigenschaften beliebig geformter Isolierstoffproben erfassen zu können, wie sie sich in fertigen Installationsgeräten darbieten, wurden eingehende Studien über die Anbringung gut haftender, strichförmiger Elektroden angestellt. Es ist gelungen, den Oberflächenwiderstand zwischen zwei weichen Bleistrichen auf leicht gerauhter Oberfläche in einfacher Weise und auch hinreichend genau zu ermitteln.

116. Elektrische Eigenschaften von Textilien. (R. Vieweg, Willenberg.) Es wurden Versuche aufgenommen, um die elektrischen Eigenschaften von Textilien namentlich von Kunstfasern in einfacher Weise zu messen.

117. Kriechstromfestigkeit von Isolierpreßstoffen. (R. Vieweg, Willenberg.) Die Untersuchung über das Verhalten der verschiedenen Typen von Isolierpreßstoffen gegenüber Kriechströmen wurde durch Aufstellung eines vorläufigen Prüfverfahrens gefördert. In die weiteren praktischen Versuche wurden insbesondere Isolierstoffe in Installationsgegenständen für feuchte Räume einbezogen.

118. Brücke für 800 Hz und Hochspannung. (R. Vieweg, Pfestorf.) Um die Messung des dielektrischen Verlustfaktors und der Kapazität bei 800 Hz und Hochspannung zu ermöglichen, wurde eine abgeschirmte Hochspannungsbrücke gebaut. Die Speisung der Brücke erfolgt von einem gleichfalls neu errichteten Sender oder von einer Maschine für 800 Hz.

119. Kathodenstrahloszillograph. (Pfestorf, v. Aufschnaiter.) *a*) Die technischen Einrichtungen für die Handhabung des Kathodenstrahloszillographen wurden weiter verbessert mit dem Ziele, ihn für genaue Messungen brauchbar zu gestalten. Die vollständige Eichung wurde durchgeführt und die Unsymmetrien der Ablenksysteme bei den verschiedenen Schaltordnungen berücksichtigt.

b) Mit dem Kathodenstrahloszillographen wurde eine Reihe von Überspannungsschutzgeräten und spannungsabhängigen Widerständen untersucht. Auch in Prüffeldern von Herstellern wurden Messungen an Ableitern und Widerständen ausgeführt.

120. Funkempfangsstörungen durch Hochspannungsisolatoren. (R. Vieweg.) In Gemeinschaftsarbeit mit dem Reichsverband der Elektrizitätsversorgung R. E. V. (Dr. A. Dennhardt) wurden umfangreiche Versuche über Funkempfangsstörungen durch Hochspannungsisolatoren angestellt. Ein vorläufiger Bericht wurde auf der R. E. V.-Tagung in Berlin erstattet. Eine ausführliche Mitteilung ist in Vorbereitung.

121. Untersuchungen über die Schmierfähigkeit von Ölen. (V. Vieweg, Kluge, Lob.) Zur Bestimmung der Schmierfähigkeit von Ölen wurde die Adsorption des Öles an verschiedenen Metallflächen und die Ölfilmfestigkeit an einem Kugellager ermittelt. Es ergab sich eine Parallelität zwischen der Adsorption und der Ölfilmfestigkeit. Die Versuche sind noch nicht vollständig abgeschlossen und sollen durch Reibungsmessungen ergänzt werden.

122. Schlupfmessungen an Wälzlagern. (Kluge, Linckh.) Zur kinematischen Untersuchung von Kugellagern wurde das im Vorjahre ausgearbeitete stroboskopische Verfahren verwendet (vgl. Tätigkeitsbericht 1933, Nr. 122). Hierbei wurde festgestellt, daß die Abrollbewegung der Kugeln durch eine Mitnahmebewegung infolge Haftens an der antreibenden Fläche oder durch eine Gleitbewegung der Kugeln überdeckt ist. Der Haft- und Gleitvorgang ist von dem Schmiermittel abhängig.

123. Glimmlichtindikator zum Nachweis von Schmiermittelfilmen im Lager. (Kluge.) Das zu untersuchende Lager wird in den Gitterkreis eines als Relais arbeitenden Stromrichters eingeschaltet, so daß der Stromrichter bei metallischer Berührung der Lagerflächen zündet und bei vorhandenem Schmiermittelfilm verlöscht. Vorteile des Verfahrens sind trägheitsfreie Arbeitsweise und geringe elektrische Belastung des Lagers.

124. Piezoelektrische Druckmessungen. (Kluge, Linckh.) Das piezoelektrische Druckmeßverfahren wurde praktisch bei der Prüfung von Wasserabmeßapparaten verwendet. Hierbei wurden die dynamischen Druckvorgänge, die bei der Bedienung des Wasserabmeßapparates entstehen, oszillographisch aufgenommen. Weiterhin sind Versuche im Gange, bei denen der Druckverlauf in einem Preßlufthammer piezoelektrisch ermittelt wird.

125. **Vereinfachte Anordnung zur Eichung von Netzfrequenzmessern.** (Kluge.) Die Eichung erfolgt stroboskopisch, wobei die Vergleichsfrequenz durch eine Stimmgabel mit Laufgewichten eingestellt wird. Als Normal dient zur Zeit die Frequenz von 250 Hz einer Quarzuhr des Hochfrequenz-Laboratoriums, die nach Verstärkung und Untersetzung eine Glimmlampe mit 50 Hz steuert. (Vgl. Tätigkeitsbericht 1932, Nr. 123 und 1933, Nr. 125.)

126. **Neue Prüfverfahren für Fahrzeugbremsmesser und Fahrradlichtmaschinen.** (V. Vieweg, Kluge.) Es wurden neue Prüfverfahren ausgearbeitet zur Untersuchung von Bremsmessern für die Abnahme von Kraftfahrzeugen sowie zur Untersuchung von Fahrradlichtmaschinen unter Berücksichtigung der geltenden gesetzlichen Vorschriften. Eine Fühlungnahme in diesen Fragen ist mit dem Reichsverkehrsministerium aufgenommen worden.

127. **Verbesserung der magnetischen Meßeinrichtung.** *a) Verlustmessungen.* (Steinhaus, E. Schoen.) Für Messungen bei höheren Frequenzen bis zu 2000 Hz wurde die Hohlesche Brückenmethode ausgebaut; als Probe dienten etwa 0,5 kg schwere Ringe von 9 cm mittlerem Durchmesser. – Durch Umgestaltung der Drysdale-Methode gelang es, Verlustziffern bei 50 Hz an sehr kleinen Proben (0,2 kg) sicher zu messen.

b) Bau eines Prüfgeräts für hochwertige Dauermagnetstähle. (Steinhaus, E. Schoen.) Zur Erreichung der für die Untersuchung von *Ni-Fe-Al-* und anderen modernen Dauermagnetstählen erforderlichen Feldstärken in Proben größerer Abmessung wurde ein neues, verschiebbares Joch entwickelt; der Querschnitt des lamellierten Kerns beträgt etwa 100 cm², die Gesamtamperewindungszahl etwa 80000 für längere Betriebsdauer; Einrichtungen zur weiteren Konzentration des Feldes im Interferrikum sind vorgesehen.

c) Aufnahme und Registrierung von Magnetisierungskurven. (Steinhaus, E. Schoen.) Eingehende Versuche haben gezeigt, daß auch bei hochpermeablen Werkstoffen an Stelle der häufig unbequemen Ring- oder Langproben-Aufnahmen eine direkte Bestimmung der gescherten Magnetisierungskurve bis zur Feldstärke von 1 Gauß mittels einer besonderen Jocheinrichtung möglich ist. Weiterhin gelang die direkte Aufnahme von $4\pi J$-Kurven (besonders an Dauermagnetstählen) durch Gegenschaltung eines besonderen Spulensystems im Kreis des Induktionsgalvanometers.

128. **Einfluß der chemischen Zusammensetzung und thermischen Behandlung auf das magnetische Verhalten von Metallen und Legierungen.** *a) Legierungen mit hoher Permeabilität.* (Steinhaus, Kußmann.) Der von Bozorth, Kelsall und Mitarbeitern angegebene Einfluß eines magnetischen Feldes bei der Abkühlung von *Ni-Fe*-Legierungen auf die Höhe der Maximalpermeabilität konnte bestätigt werden. Die Versuche werden in erweiterter Form fortgesetzt.

b) Dauermagnetstähle. (Steinhaus, Kußmann.) Längere Beobachtungsreihen über die Reaktionsgeschwindigkeit des Phasenzerfalls bei *Ni-Fe-Al*-Stählen sowie den Einfluß verschiedener Zusätze und thermischer Behandlungsmethoden auf die magnetischen Eigenschaften wurden ausgeführt.

c) Platin-Chrom-Legierungen. (Kußmann.) Die Untersuchung über den Ferromagnetismus der *Pt-Cr*-Legierungen wurde zum Abschluß gebracht. Über das im vorigen Bericht erwähnte Tatsachenmaterial hinaus ergab sich, daß die von hohen Temperaturen abgeschreckten Mischkristalle eine nur geringe Magnetisierbarkeit haben. Im Gegensatz zu den bisher bekannten Fällen zeigt sich also hier, daß der Ferromagnetismus in einem begrenzten Bereich einer Überstrukturphase mit sehr hohem Fehlordnungsgrad auftritt, während sowohl der ungeordnete als auch der völlig geordnete Zustand nur paramagnetisch ist.

d) Platin-Eisen-Legierungen. (Kußmann, Graf.) Durch magnetische, thermische, mikrographische und röntgenographische Untersuchung des Legierungssystems *Pt-Fe*, das eine gewisse Ähnlichkeit mit dem System *Ni-Fe* aufweist, wurden bei Raumtemperatur folgende Phasen festgestellt: α-Mischkristalle (0—55 vH *Pt*, kubisch-raumzentriert), γ-Mischkristalle (rund 30—100 vH *Pt*, kubisch-flächenzentriert), η-Phase (60—90 vH *Pt*, kubisch-raumzentriert). Der Ferromagnetismus steigt vom *Fe* ausgehend zunächst bis zu 20 vH *Pt* an und sinkt dann wieder ab, so daß die Legierungen mit 55 vH *Pt* unmagnetisch sind; mit höherem *Pt*-Gehalt werden die Legierungen wieder ferromagnetisch, wobei sowohl die γ- als auch die η-Phase als Träger des Ferromagnetismus nachgewiesen werden konnte. Die $\gamma\eta$-Umwandlung (bei 1100°) bedingt infolge außerordentlich hoher Gitterverspannung bei einer Remanenz von etwa 4000 CGS Koerzitivkräfte bis 1800 Gauß, die die höchsten bisher erreichten Werte darstellen.

129. **Betrieb.** (V. Vieweg, Linckh, Hänsch.) Aus Anlaß der Umstellung des städtischen Netzes von 125 V auf 220 V wurden das Lichtnetz und die Experimentieranlagen des Gebäudes der Abt. I erneuert und an die elektrische Zentrale und an die Schaltanlage der Reichsanstalt angeschlossen. An den Batterien, Maschinen und Schaltanlagen der Reichsanstalt wurden die laufenden Reparaturen und Ergänzungen ausgeführt.

In dem im Berichtsjahre gemieteten Gebäude Franklinstraße 22 wurde mit der Errichtung der dort unterzubringenden Laboratorien der Reichsanstalt und mit der Aufstellung der hierzu erforderlichen Batterien, Maschinen und elektrischen Anlagen begonnen.

130. Prüftätigkeit der Abteilung II.

Laboratorium für Grundeinheiten. (v. Steinwehr, Schulze, Gremmer.)

1	(1)	Leitungswerkstoff,
2	(2)	Widerstandswerkstoffe,
159	(100)	Normalwiderstände,
80	(38)	Widerstandsapparate einschl. Verzweigungswiderstände und Niederspannungsteiler [2535 (898) Abteilungen],
125	(123)	internationale Westonelemente,
9	(3)	Westonelemente mit bei 4° C ges. Lösung,
6	(0)	Verschiedene Prüfungen (Kohlemembrane, Elementkohlen, Leitfähigkeitswasser, dilatometrische Messungen an Legierungen).

Die Abweichungen vom Sollwert lagen bei 116 internationalen Westonelementen zwischen $\pm 1 \cdot 10^{-4}$, bei 9 Elementen waren sie größer. Außerdem wurden für die Laboratorien der PTR 4 Normalwiderstände, 11 Widerstandsapparate (mit 53 Abteilungen) und 5 Normalelemente geprüft, sowie die Leitfähigkeit von 4 Proben Methylhexalin-Mischungen bestimmt und dilatometrische Messungen an 5 Legierungsproben ausgeführt.

Laboratorium für Wechselstromnormalien. (Zickner, Blechschmidt.)

288	(40)	Induktivitäten von Spulen,
1001	(350)	Kapazitäten von Kondensatoren,
321	(142)	Verlustwinkel von Kondensatoren,
1	(0)	Koppelungsmesser,
7	(8)	Kabelproben,
25	(0)	Dielektrizitätskonstante fester Isolatoren
19	(0)	Verlustwinkel fester Isolatoren
323	(67)	Wirkwiderstände von Spulen,
43	(67)	Widerstände (Gleichstrom),
14	(9)	Spulenkapazitäten,
2	(0)	Zeitkonstanten von Widerständen.

Für die Laboratorien der Reichsanstalt wurden geprüft:

13	(6)	Induktivitäten von Spulen,
95	(69)	Kapazitäten von Kondensatoren,
6	(0)	Widerstände von Spulen bei Gleich- und Wechselstrom,
12	(0)	Zeitkonstanten von Widerständen.

Hochfrequenzlaboratorium. (Scheibe, Adelsberger.)

186	(90)	Resonatoren,
42	(16)	Oszillatoren,
20	(71)	Wellenlängen,
3	(0)	Dämpfung von Induktivitäten (Teilmessungen),
1	(0)	Ultra-Kurzwellen-Therapie-Apparat,
1	(0)	Funksprechgerät mit 10 Normalfrequenzen,
1	(0)	Normalsender mit 10 Normalfrequenzen,
2	(0)	Stimmgabeln,
3	(2)	Dauerabgabe von Normalfrequenz über Leitungen an die Reichspost und an Firmen.

Röntgenlaboratorium. (Behnken, Jaeger, Nitka.)

2	(9)	Röntgenstrahlendosismesser,
4	(0)	Uranstromnormale,
1	(0)	Auswärtige Dosismessung,
1	(0)	Spannungsmessung an einem Röntgenapparat,
2	(4)	Strahlenschutzsysteme.

Gleichstromlaboratorium und Referat für das elektrische Prüfwesen. (Schmidt, Scheld.)

38 (34) Apparate zur Messung der Spannung und der Stromstärke,
129 (55) Apparate zur Messung der Leistung,
15 (2) Apparate zur Messung der Arbeit (Elektrizitätszähler),
12 (3) Meßzweige für Strom- und Spannungswandler,
44 (3) Vor- und Nebenwiderstände,
103 (28) Sonstige Widerstände,
55 (46) Primärelemente und Akkumulatoren,
18 (22) Systemprüfungen von Gleich- und Wechselstromzählern,
0 (6) Verschiedenes.

Für die einzelnen Laboratorien der Reichsanstalt wurden geprüft:
44 (46) Normalwiderstände, Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser.

Es wurden zur Beglaubigung zugelassen:
5 neue Systeme und 9 Abänderungen bzw. Zusätze von Elektrizitätszählern. Die Zulassung zur Beglaubigung wurde in 4 Fällen für Elektrizitätszähler abgelehnt.

Eine Übersicht über die Tätigkeit der Prüfämter gibt die folgende Tabelle:

Übersicht über die Tätigkeit der Prüfämter.

Elektrisches Prüfamt Nr.	Elektrizitätszähler							Andere Apparate				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
1. Ilmenau	18974	4518	1615	1992	14449	3478	1080	2	94	73	53	1
2. Hamburg	87	44	1	39	43	16	14	—	—	21	11	466
3. München	36548	11468	2620	5188	2196	353	168	2322	34	313	379	16
4. Nürnberg	4145	128	37	67	606	86	79	202	64	50	55	287
5. Kaiserslautern	1190	29	9	16	1161	449	523	—	—	—	—	—
6. Frankfurt a. M.	30861	14	2	3	481	61	9	478	318	33	—	2
7. Bremen	20685	108	6	35	225	59	110	171	—	76	12	8
8. Königsberg	2218	1364	393	521	854	125	83	—	—	8	—	—
9. Halle	844	102	48	20	727	162	25	5	—	228	—	—
10. Essen	116433	31	8	11	21531	5835	3126	22	876	44	131	239
11. Ravensburg	15192	27	8	11	9698	2571	1375	328	81	42	—	—
12. Wuppertal-Oberbarmen	26165	60	20	17	139	29	8	366	196	100	8	—
13. Kassel	18976	4661	1608	2074	5186	1363	1903	662	52	51	—	—
14. Oranienburg	49788	—	—	—	—	—	—	—	281	—	—	—
15. Stuttgart	22352	8440	2044	1989	4970	1110	676	2025	156	98	—	—
16. Kiel	29858	10803	6994	1739	5502	1590	319	396	93	102	—	—
17. Rendsburg	8231	69	—	69	787	239	279	56	24	20	—	—
18. Berlin	241405	7474	1325	716	4812	577	95	2997	903	183	—	—
19. Rethen	16210	60	18	7	200	45	20	171	271	3	—	—
20. Gleiwitz	15213	—	—	—	4774	1028	525	71	118	87	—	—
21. Hannover	23648	—	—	—	—	—	—	7351	87	38	—	—
22. Magdeburg	19507	1	—	1	16027	2996	716	1947	79	80	—	—
23. Hameln	6450	—	—	—	20	2	4	167	—	13	—	—
24. Dresden	2290	—	—	—	—	—	—	539	—	22	—	—
25. Neiße	11129	—	—	—	250	55	45	1071	—	26	—	—
26. Striegau	1662	—	—	—	173	10	20	53	—	—	—	—

a) Gesamtzahl der geprüften Zähler.
b) Gebrauchte Gleichstromzähler, die vor Instandsetzung und Einregulierung geprüft wurden.
c) Zähler unter b), die die Beglaubigungsfehlergrenzen nicht einhielten.
d) Zähler unter b), die die Verkehrsfehlergrenzen nicht einhielten.
e) Gebrauchte Wechselstromzähler, die vor Instandsetzung und Einregulierung geprüft wurden.
f) Zähler unter e), die die Beglaubigungsfehlergrenzen nicht einhielten.
g) Zähler unter e), die die Verkehrsfehlergrenzen nicht einhielten.
h) Tarifuhren, Zeitzähler u. andere Nebenapparate.
i) Strom- und Spannungswandler.
k) Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser und andere Meßgeräte.
l) Isolations- und Installationswerkstoffe.
m) Elektrische Gebrauchsgegenstände.

Im Rahmen der für die Weiterentwicklung des amtlichen Prüfwesens geplanten Organisation wurden die folgenden Prüfämter neu errichtet:

Nr. 27 in Dortmund bei den Vereinigten Elektrizitätswerken Westfalen AG.
Nr. 28 in Helmstedt bei der Überland-Zentrale Helmstedt AG.

Nr. 29 in Braunschweig bei der AG. Elektrizitätswerk und Straßenbahn Braunschweig,
Nr. 30 in Wiesbaden bei der AG. Wasser-, Elektrizitäts- und Gaswerke Wiesbaden.

Etwa 20 weitere Prüfämter sind in Vorbereitung.

Wechselstromlaboratorium. (Schmidt, Hohle, Rump.)

12 (12) Spannungs- und Stromzeiger,
38 (61) Leistungszeiger,
109 (34) Elektrizitätszähler im Laboratorium,
12 (1) Elektrizitätszähler im Betriebe,
402 (76) Strom- und Spannungswandler,
54 (7) Zeitkonstanten von Widerständen,
8 (3) Meßzweige für Strom- und Spannungswandler,
6 (2) Prüfeinrichtungen für Strom- und Spannungswandler,
20 (2) Sekundäre Bürden für Strom- und Spannungswandler,
3 (0) Hochspannungsteiler,
1 (0) Kompensationsapparat,
3 (5) Schalter, Sicherungen u. dgl.,
3 (3) Kleintransformatoren,
0 (3) Verschiedenes,
3 (6) System- und Ergänzungsprüfungen von Stromwandlern,
3 (1) System- und Ergänzungsprüfungen von Spannungswandlern.

Hochspannungslaboratorium. (R. Vieweg, Pfestorf.)

5 (7) Kondensatoren für Hochspannung,
31 (2) Hochspannungsapparate,
416 (505) Sorten fester Isolierstoffe,
3 (11) Sorten Isolatoren,
9 (3) Sorten vergießbarer Massen und Lacke,
29 (9) Sorten Öle,
301 (107) Sorten Kabel und Leitungen,
16 (12) Sorten Isolierüberzüge,
24 (46) Verschiedenes.

Maschinenlaboratorium. (V. Vieweg, Linckh, Kluge.)

7 (8) Motoren und Generatoren,
0 (3) Transformatoren,
0 (3) Anlasser,
11 (7) Apparate,
0 (2) Abnahmemessungen.

Magnetisches Laboratorium. (Steinhaus, Kußmann.)

6 (32) Proben Flußeisen, Gußeisen, Magnetstahl,
71 (49) Proben Dynamo- und Transformatorenblech,
36 (8) Proben dia- und paramagnetische Stoffe,
2 (3) Proben ferromagnetische Sonderlegierungen,
1 (0) Induktionsspule.

Von den Blechproben wurden 27 (21) wattmetrisch — 76 (49) Eisenverlustzahlen — 32 (25) statisch und 2 (3) auf Anfangspermeabilität untersucht. Von den schwachmagnetischen Proben wurden 34 (8) für andere Laboratorien der Reichsanstalt gemessen.

Abteilung III (Wärme und Druck).

131. **Gasthermometrische Messungen zwischen − 185° und − 260°.** (Henning, Otto.) Mit Hilfe eines Heliumgasthermometers von etwa 50 cm³ Inhalt wurde ein Platinwiderstandsthermometer, das sich im Innern des Gasthermometers befand, an zahlreichen Meßpunkten zwischen − 185° und − 260° an die thermodynamische Temperaturskala angeschlossen. Durch ein gleichfalls in das Gasthermometer eingebautes Tensionsthermometer konnten zugleich die Dampfdrucke von Wasserstoff, Neon, Stickstoff und Sauerstoff von etwa 100 mm *Hg* bis Atmosphärendruck neu ermittelt werden, so daß es künftig möglich ist, in dem genannten Temperaturbereich die Widerstandsthermometer über die Tensionsthermometer an die thermodynamische Skala anzuschließen. Die umfangreichen Untersuchungsergebnisse werden z. Zt. nachgeprüft und zur Veröffentlichung vorbereitet.

132. **Gasthermometrische Messungen bei sehr tiefen Temperaturen.** (Otto.) Es wurde eine Versuchsanordnung entwickelt, mit der die Dampfdrucke von flüssigem Helium bis herab zu etwa 1° abs. an das Heliumgasthermometer und damit an die thermodynamische Temperaturskala neu angeschlossen werden sollen. Zur Zeit werden geeignete Hitzdrahtmanometer auf ihre Brauchbarkeit untersucht.

133. **Thermische Daten und Atomgewichte von Krypton und Xenon.** (Heuse, Otto.) Nach einer verbesserten Methode fraktionierter Destillation wurde Xenon so weit gereinigt, daß der Dichtewert sein Maximum erreichte, der Reinheitsgrad sich demnach nicht mehr ändert. Das für dieses Gas ermittelte Litergewicht beträgt 5,896 ± 0,001 g/l und dementsprechend das Atomgewicht 131,22 ± 0,02. Diese Werte sind etwas größer als die im vorigen Tätigkeitsbericht angegebenen Werte, die an einem Gas geringeren Reinheitsgrades ermittelt worden waren. Die Untersuchungen, welche einige thermische Daten von Krypton und Xenon umfassen, sind veröffentlicht worden. (Vgl. Physik. Zeitschr. **35**, 57 und 628, 1934.)

134. **Technische Gase.** (Henning, Otto.) Auf Wunsch des Arbeitsausschusses für gasförmige Brennstoffe im Deutschen Normenausschuß hat die Reichsanstalt die Aufgabe übernommen, Normblätter für thermische Daten technischer Gase auszuarbeiten. Die ersten beiden Entwürfe, welche die Normkubikmetergewichte und die Heizwerte technisch wichtiger Gase betreffen, wurden zur Stellungnahme der interessierten Industriekreise veröffentlicht (vgl. DIN-Mitteilungen des Deutschen Normenausschusses **17**, 392, 1934).

135. **Schweres Wasser.** (Justi, Lüder.) Die Anreicherung von schwerem Wasser (D_2O) durch Rektifikation und fraktionierte Elektrolyse von natürlichem und von technisch elektrolysiertem Wasser wurde unter den verschiedensten Versuchsbedingungen erprobt. Gegenwärtig wird schweres Wasser elektrolytisch hergestellt in Zellen nach Harteck mit *Ni*-Elektroden für 150 A und in Kästen mit je 30 hintereinander geschalteten Zellen mit *Ni*- und *Fe*-Elektroden für 6 A und 110 Volt. Die Konzentrationen von 5–10 vH D_2O und mehr wurden mit 4 A in 5 Hartglaszellen (*Pt*-Elektroden) weiter elektrolysiert. Durch einen Glaszylinder zwischen den Elektroden wird der H_2 gesondert aufgefangen und vor einer *Pt*-Düse mit Zusatz von Bombensauerstoff wieder zu Wasser verbrannt. Da sich in der Apparatur nirgends Knallgas befindet, arbeitet sie vollkommen betriebssicher. Die Lauge wird mit CO_2 neutralisiert und in Kupferkesseln mit Rektifikationsaufsatz destilliert. Das stark angereicherte Wasser wird aus den Zellen über Schliffverbindungen abdestilliert. Die Reinheit des Wassers wird laufend durch Leitfähigkeitsmessungen, der D_2O-Gehalt durch Dichtemessungen mit Schwimmer oder Pyknometer gemessen. Bis Ende des Jahres waren an stärkeren Anreicherungen gewonnen 25 cm³ Wasser mit 70 vH D_2O und 50 cm³ mit 20 vH D_2O.

136. **Phasenumwandlungen von O_2 und N_2.** (Justi.) Die Umwandlungen des O_2 bei 44° und 23,7° sowie des N_2 bei 35,6° wurden durch Abkühlungs- und Erwärmungskurven verfolgt; die Beobachtung läßt die Deutung zu, daß eine latente Wärme fehlt und daß am Umwandlungspunkt die spezifische Wärme durch ein Maximum hindurchgeht.

137. **Gasverflüssigung.** (Meißner, Steiner, Graßmann, Giloi.) Es wurden 13450 l flüssiger Stickstoff (8050 l für das Kältelaboratorium, der Rest für andere Laboratorien der Reichsanstalt), 1723 l flüssiger Wasserstoff und etwa 56 l flüssiges Helium hergestellt. Von dem flüssigen Wasserstoff wurden 333 l an andere Laboratorien der Reichsanstalt, 81 l an auswärtige Institute abgegeben.

138. **Heliumvorrat.** (Meißner, Steiner, Giloi.) Aus dem Heliumvorrat des Kältelaboratoriums erhielten andere Laboratorien der Reichsanstalt etwa 300 l sehr reines Helium.

Durch Trennung von Neon-Heliumgemisch, das von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen AG. übersandt wurde, wurden 2490 l Helium gewonnen. Das abgetrennte Neon erhielt die Linde AG. Der gesamte Heliumvorrat des Kältelaboratoriums beträgt zur Zeit etwa 26720 l.

139. Erzeugung tiefster Temperaturen durch Kompression von flüssigem Helium. (Meißner, Steiner.) Die Apparatur wurde weiter vervollkommnet. Die bisher aufgetretenen technischen Schwierigkeiten konnten zum großen Teil beseitigt werden.

140. Widerstand und Supraleitung von metallischen Leitern. (Meißner, Steiner, Graßmann.) Auf Anregung von Präsident Stark wurde der Übergang zur Supraleitung von geraden und mit vielen Knicken versehenen Zinndrähten untersucht. Die Höhe der Sprungtemperatur wird durch den Rekristallisationsgrad (Kristallitgröße) und durch innere Spannungen beeinflußt. Ein Einfluß der geometrischen Form auf die Höhe der Sprungtemperatur konnte nicht nachgewiesen werden.

141. Diamagnetismus von Supraleitern. (Meißner, Heidenreich.) Anschließend an den von Meißner und Ochsenfeld gefundenen magnetischen Effekt an supraleitenden Metallen wurde die Magnetfeldverteilung in der Umgebung und im Innern eines Zinn-Einkristalls mit Hilfe einer dreh- und schwenkbaren Induktionsspule genau bestimmt. In einem äußeren Magnetfeld von 5 Gauß werden die magnetischen Kraftlinien bei Eintritt der Supraleitung aus dem Zinn herausgedrängt. Die gemessenen Feldstärken stimmen gut mit den Werten überein, die für den Fall, daß die Permeabilität $\mu = 0$ ist, berechnet wurden. Die Feldverteilung ändert sich zeitlich nicht, solange das Zinn supraleitend bleibt. Im Innern des zu dieser Messung angebohrten Zinneinkristalls trat im äußeren Magnetfeld bei Eintritt der Supraleitung eine kleine Felderhöhung auf. Nach Ausschalten des äußeren Magnetfeldes sank die Feldstärke im Innern stark ab bis zu einem Remanenzwert, der wieder zeitlich konstant war. Die Veröffentlichung der Ergebnisse ist in Vorbereitung.

142. Messungen mit Röntgenstrahlen. (Steiner, Graßmann.) Mit der Apparatur zur Intensitätsmessung der von einem Einkristall gestreuten Röntgenstrahlen wurde ein Vorversuch bei der Temperatur des flüssigen Stickstoffs durchgeführt. Dieser ergab die Brauchbarkeit der Anordnung.

143. Stromverteilung bei zwei parallelgeschalteten Supraleitern. (Steiner, Graßmann.) Auf Anregung von Präsident Stark wurde die Stromverteilung auf zwei supraleitende Stromschleifen untersucht, von denen die eine mit vielen Knicken versehen war. Die beiden Schleifen waren drehbar in einem äußeren Magnetfeld aufgehängt und so geschaltet, daß ein von außen zugeführter Strom die beiden Schleifen in entgegengesetzter Richtung durchfließt. Die Messungen ergaben: Der Widerstand der hintereinandergeschalteten Schleifen ist kleiner als $3 \cdot 10^{-12}\ \Omega$. Die Gegen- und Selbstinduktion der einzelnen supraleitenden Schleifen ist allein für die Stromverteilung maßgebend. Bei diesen Versuchen war besonders auf das eigenartige Verhalten eines drehbar in einem Magnetfeld aufgehängten Supraleiters zu achten.

144. Eine obere Grenze der Thermokraft zwischen zwei Supraleitern. (Steiner, Graßmann.) Zwei verschiedene supraleitende Drähte wurden zu einem geschlossenen ringförmigen Stromkreis verschweißt, die eine Schweißstelle mit einer Heizwicklung umgeben und an einem Phosphorbronzedraht drehbar in einem Magnetfeld aufgehängt. Erzeugt man mit Hilfe der Heizwicklung eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Schweißstellen, so kann man aus dem beobachteten Fehlen einer Verdrehung dieses Systems in einem äußeren schwachen Magnetfeld eine obere Grenze der Thermokraft ermitteln. Die Thermokraft zwischen supraleitendem Zinn und Blei sowie zwischen supraleitendem Zinn und Indium war bei 3,5° abs. kleiner als $1 \cdot 10^{-14}$ Volt/Grad.

145. Gastarbeiten. Im Kältelaboratorium arbeiteten als Gäste: Fräulein Dr. Cremer vom Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Herr Dr. Deutschbein vom Physikalischen Institut der Universität Marburg, Herr Dr. Seemann vom Institut für angewandte Metallkunde der Technischen Hochschule Berlin.

146. Untersuchungen an Haushaltskühlschränken. (Steiner.) Für Untersuchungen an Haushaltskühlschränken wurde eine Reihe von Vorarbeiten durchgeführt.

147. Schmelzpunktbestimmung an Edelmetallen zur Festlegung der optischen Temperaturskala. (F. Hoffmann, Tingwaldt.) Bei den im vorjährigen Bericht beschriebenen Messungen des Platinschmelzpunktes wurden beim Platinpunkt und beim Goldpunkt zwei verschiedene schwarze Körper benutzt. Beim Goldpunkt befand sich ein kugelförmiger Hohlraum nach dem Vorgang von Hoffmann und Meißner in dem Metall, das im Widerstandsofen geschmolzen wurde. Bei den Versuchen am Platinpunkt diente ein enges Rohr als schwarzer Körper und die Heizung erfolgte im Hochfrequenzofen. Es fehlte der Nachweis, daß dieses Rohr hinreichend schwarz strahlte. Der durchgeführte Vergleich der Helligkeiten beim Goldpunkt lieferte praktisch völlige Gleichheit nach beiden Verfahren. Dieses Ergebnis erbrachte den experimentellen Beweis, daß der Eintauchkörper im Falle des Platinschmelzpunktes den Bedingungen des schwarzen Körpers hinsichtlich der Schwärze genügt.

Versuche an höher schmelzenden Metallen, zunächst an Rhodium, sind in Vorbereitung.

148. **Bestimmung von Schmelzpunkten.** (F. Hoffmann, A. Schulze.) Im Vakuumofen wurden einige technisch wichtige Chromeisen-Widerstandsmaterialien (bei 1500° C) untersucht, wobei die Temperatur mit dem Glühfadenpyrometer gemessen wurde. Ferner wurden die Schmelzpunkte der Erdalkalimetalle *Ca* zu 849, *Sr* zu 771, *Ba* zu 704° neu bestimmt. Das Schmelzen erfolgte in neutraler Atmosphäre (stickstoffreiem Argon) bestimmten Druckes, die Temperaturbestimmung mit einem hochempfindlichen Thermoelement (vgl. Nr. 80).

149. **Photoelektrische Strahlungsmessungen.** (F. Hoffmann, Willenberg.) Die Untersuchungen an Temperaturstrahlern (Wolframbandlampe) wurden abgeschlossen durch mehrere Meßreihen, welche Werte für das Emissionsvermögen von Wolfram im Ultraviolett bis $\lambda = 0{,}26\ \mu$ lieferten (Physik. Zeitschr. **35**, 1 und 713, 1934). Anschließend wurde begonnen mit der Untersuchung verschiedener Wasserstoffentladungsröhren, welche ergab, daß das Wasserstoffkontinuum im Ultraviolett sich neben den bisher benutzten, an den schwarzen Körpern als Normalstrahler angeschlossenen Bandlampen als sekundäres Normal verwenden lassen wird. Die Untersuchungen gaben weiterhin Aufschluß über die Eignung verschiedener Röhren-Formen und -Betriebsarten für den vorliegenden Sonderzweck und führten zum Bau eines besonderen Rohres, das als UV-Normal dienen soll.

150. **Glastechnische Fragen.** (F. Hoffmann, Tingwaldt.) Auf den Tagungen der Glastechnischen Gesellschaft in Wiesbaden (15. 5. 1934) und in Berlin (13. 11. 1934) wurde die Frage erörtert, wie die optische Temperaturmessung bis auf die für einige Betriebe erforderliche Genauigkeit von wenigen Graden gesichert werden kann. Die bisher benutzte Methode, die Angaben der Meßlampen im Glühfadenpyrometer vor einer geeichten Bandlampe nachzuprüfen, hatte sich wegen der mangelnden Konstanz der Bandlampen als unzureichend erwiesen. Dabei zeigte sich das Bedürfnis der Glastechnik, auch in anderen wärmetechnischen Fragen von der Reichsanstalt beraten zu werden. Von den vorgelegten Aufgaben wurden zwei ausgewählt und methodische Vorarbeiten zu ihrer Lösung begonnen. Die erste betrifft die Bestimmung der Absorption von Wärmestrahlung durch eine glühende Glasmasse; die zweite die Messung der Temperatur der Flammengase im Wannenofen, wofür die Methode der Linienumkehr in Aussicht genommen wurde.

151. **Absorption der Kohlensäure bei 4,4 μ.** (Tingwaldt.) Nach Abschluß der Messungen der Kohlensäureabsorption im Gebiete $\lambda = 2{,}7\ \mu$ bei höheren Temperaturen wurde die Versuchsanordnung so weit umgeändert, daß auch die Temperaturabhängigkeit der Absorption im Gebiete längerer Wellen zunächst bei der Bande $\lambda = 4{,}4\ \mu$ ermittelt werden kann. Die Versuche sind im Gange.

152. **Oberflächenspannung geschmolzener Metalle.** (Tingwaldt.) Die Methode des maximalen Blasendruckes zur Ermittelung der Oberflächenspannung geschmolzener Metalle ist an Gold erprobt worden. Die Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit neueren Messungen von Sauerwald. Es werden nun Versuche angestellt, die das gleiche Verfahren auch auf Palladium ausdehnen.

153. **Platin-Widerstandsthermometer.** (Heuse, Schrickel.) Es wurden Platin-Widerstandsthermometer gebaut, die in Bezug auf Raumbedarf der Meßdrahtwendel, Trägheit und Nachwirkung gegenüber den bisher benutzten Formen wesentlich verbessert sind. Mit 4 derartigen Instrumenten werden zur Zeit Dauerversuche angestellt.

154. **Zulassung von Glassorten.** (Heuse.) Es wurden 2 Glassorten auf ihre Eignung für thermometrische Zwecke untersucht.

155. **Neues Verfahren zur Füllung hochgradiger Quecksilberthermometer mit einem Gase von höherem Druck.** (Moser.) Das neue Verfahren besteht darin, daß eine gemessene Menge des Edelgases Argon unter Verwendung von flüssiger Luft in der oberen Erweiterung des Thermometers kondensiert wird, so daß nach dem Zuschmelzen und Wiedererwärmen des Thermometers der gewünschte Druck vorhanden ist. Dieses Verfahren hat gegenüber dem bisher üblichen elektrischen Zuschmelzverfahren mit Druckkammer den wesentlichen Vorteil, daß man mit geringen und sehr reinen Gasmengen bei niedrigen Drucken arbeiten kann. Auch ermöglicht es die Füllung von Quarzglasthermometern ohne Verwendung einer Verschlußmasse, was bisher nicht gelang. (Vgl. Physik. Zeitschr. **36**, 153, 1935).

156. **Adiabatisches Metallkalorimeter für Temperaturen bis 700°.** (Moser.) Die Methode, welche zur Ermittlung der wahren spezifischen Wärme dient, wurde gegenüber dem Vorjahr zu noch größerer Genauigkeit (etwa 0,5 vH) durchgebildet, insbesondere durch eine fundamentale Eichung der in dem Kalorimeter eingebauten Thermoelemente an bekannten Fixpunkten. Gemessen wurde zunächst die spezifische Wärme einer reinen Silberprobe bis 700°. Die Methode wurde auch bereits für die Messung von Schmelz- und Umwandlungswärmen einiger Metalle verwendet, wobei der Vorteil der gegenüber anderen Methoden vergrößerten Meßgenauigkeit besonders deutlich in Erscheinung tritt.

157. Ausdehnungsbestimmungen. (Ebert.) *a*) Mit dem Dujardinschen Dilatometer, Bauart Chevenart, ist die Wärmeausdehnung von Glimmersorten parallel der Spaltfläche und von Manganin (85 vH *Cu*, 12 vH *Mn*, 2 vH *Ni*) bestimmt worden. Die gefundenen, auf 1–2 vH unsicheren Werte sind in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Lineare Ausdehnung in mm/m zwischen 0 und t° C.

t° C	Phlogopit-Glimmer	Muskowit-Glimmer	Manganin
0	0,00	0,00	0,00
100	1,35	0,85	1,75
200	2,70	1,65	3,65
300	4,15	2,65	5,60
400	5,60	3,85	7,55
500	6,90	5,05	9,70
600	—	—	11,90
700	—	—	14,25
800	—	—	16,80

b) Zur Untersuchung des Verhaltens von Glas beim Transformationspunkt ist der Henningsche Apparat umgebaut, indem das Verschieben des inneren Stempels gegenüber dem Außenrohr nicht mehr mittels Okularmikrometer sowie besonderer Teilung auf Stempel und Rohr, sondern mit einer Meßuhr bestimmt wird. Die mit dieser Vorrichtung gewonnenen Ergebnisse und Folgerungen daraus für den glasigen Zustand sind auf der 18. Tagung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft in Berlin vorgetragen. (Vgl. Glastechn. Ber. 13, 1935, im Druck.)

Als weiterer Versuchsstoff wurde Trolitul mit dieser Apparatur untersucht. Der Transformationspunkt liegt etwa bei 50°. Die Ausdehnung in mm/m beträgt zwischen 0 und 25° C 1,90, zwischen 0 und 50° C 4,00.

158. Vakuumtechnische Untersuchungen. (Ebert.) Zum Ersatz eines älteren McLeodschen Vakuummeters (Meßbereich bis etwa 10^{-6} mm *Hg*) sind zwei neue hergestellt. Die Kapillaren wurden in der Reichsanstalt geteilt, kalibriert und von Abt. 1 ausgemessen. Eines von diesen Vakuummetern ist nach eingehender Prüfung und Vergleichung mit dem alten in Gebrauch genommen.

159. Druckwaage bis 10000 kg/cm². (Ebert.) Eine Druckwaage zur Messung von Drucken bis 10000 kg/cm² mit einem Stempel von etwa 0,05 cm² Fläche ist fertiggestellt. Die Schwierigkeit der Beschaffung eines geeigneten Verbindungsrohres hat die Inangriffnahme der Druckwaagenvergleichung verzögert.

160. Kompressibilitätsbestimmungen. (Ebert.) Kompressibilitätsbestimmungen an Einkristallen von Eisen, Magnesium (zunächst 2 Richtungen), Aluminium, sowie Kupfer und Manganin bis 5000 kg/cm² sind durchgeführt. Nach Abschluß der z. Zt. laufenden Untersuchungen an Einkristallen von Gold, Magnesium (eine 3. Richtung) und Blei werden die Ergebnisse veröffentlicht.

161. Weitere systematische Untersuchung bei höheren Drucken. *a*) *Widerstandsänderung.* (Ebert.) *b*) *Magnetische Umwandlungen.* (Ebert, Kußmann.) Die Apparaturen für beide Untersuchungen bis 10000 kg/cm² sind entworfen und in Auftrag gegeben. Besondere Schwierigkeiten bereitet die Auswahl des Werkstoffes für den Druckkörper bei *b*), da er unmagnetisch sein muß. Als geeignet erscheint zunächst Beryllium-Kontrazit.

162. Dezimalklassifikation. (Ebert.) Auf Aufforderung des deutschen Normenausschusses hat die Reichsanstalt die Bearbeitung der deutschen Ausgabe der Abteilung Physik der Dezimalklassifikation (Brüssel) übernommen und in der zweiten Hälfte des Jahres unter Mitarbeit der einzelnen Fachmänner der Reichsanstalt durchgeführt. Zur Zeit ist der Entwurf einer internationalen Aussprache unterbreitet.

163. Das Gesetz über die Prüfung und Beglaubigung der Fieberthermometer. (Henning, Ebert.) Am 27. Februar 1934 ist das 4. Gesetz über die Prüfung und Beglaubigung der Fieberthermometer von der Reichsregierung verkündet. Es enthält Änderungen in den Fragen der Firmenaufschriften, sowie der Begriffsfestlegung des Herstellers und schafft staatliche Röhrenlager zwecks Überwachung der Kapillaren und Röhren.

164. Systematische Untersuchungen an Fieberthermometern. (Ebert.) Die Beobachtungen zum Zwecke einer Klärung des Verhaltens der Maximumvorrichtung bei Stabthermometern sind an den Versuchsthermometern der Reichsanstalt fortgesetzt, aber noch nicht abgeschlossen.

165. **Verdampfungswärme des Wassers bei höheren Drücken.** (Jakob, Fritz.) Die Versuche, deren bis zu 150 at und 340° C reichenden Ergebnisse bereits veröffentlicht sind, wurden im Berichtsjahr wiederum mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Verein Deutscher Ingenieure nach dem gleichen Verfahren wie früher bis zu rund 200 kg/cm² und 365° C fortgesetzt. Die folgende Zahlentafel enthält einige vorläufige Zahlenwerte für die Verdampfungswärme. Die ermittelten Werte der Verdampfungswärme und des spezifischen Volumens von Sattdampf wurden im September 1934 der 3. Internationalen Dampftafelkonferenz in New York vorgelegt.

Temperatur ° C.	350	360	365
Druck kg/cm².	168,6	190,4	202,2
Verdampfungswärme kcal/kg	215,3	171,8	146,1

1 kcal = 1/860 kWh

Nach dem unmittelbar bevorstehenden Abschluß einiger im Gang befindlicher Kontrollversuche bei 50 und 130 kg/cm² (270° bzw. 330°) sollen die Ergebnisse sämtlicher Versuchsreihen zusammenfassend veröffentlicht werden.

166. **Zustandsgrößen des Wassers im kritischen Gebiet.** (Eck.) Nach der in früheren Berichten beschriebenen Callendarschen Methode wurden Messungen des spezifischen Volumens von gesättigtem Wasser und Dampf zwischen 350 und 374° durchgeführt, entsprechend einem Volumenintervall von 1,75 (Wasser) bis 8,7 cm³/g (Dampf). Die kritische Dichte ergab sich hierbei zu $0{,}328 \pm 0{,}003$ g/cm³. Die Ergebnisse bildeten zusammen mit amerikanischen Messungen im kritischen Gebiet die Grundlage der Volumenwerte für die internationale Rahmentafel für Wasserdampf, die im Herbst 1934 auf der 3. Internationalen Dampftafelkonferenz in Amerika festgelegt wurde. Ob an den Versuchsreihen eine Korrektur wegen der Löslichkeit des Quarzglases in Wasser anzubringen ist, wird untersucht. Volumenmessungen an schwerem Wasser sind in Vorbereitung.

167. **Versuche über den Verdampfungsvorgang.** (Jakob, Fritz, Linke, Gehrcke.) Bereits früher mit dem Zeitdehner der A.E.G. (vgl. Tätigkeitsbericht 1932, Nr. 158) ausgeführte kinematographische Aufnahmen aufsteigender Dampfblasen wurden im Berichtsjahr ausgewertet; u. a. wurden für etwa 250 Dampfblasen Volumen, Oberfläche, Geschwindigkeit und Frequenz bestimmt. Die Vergrößerung der Dampfblasen beim Aufsteigen infolge einer durch die Überhitzung der Flüssigkeit bewirkten Nachverdampfung wurde an einigen Beispielen zahlenmäßig festgelegt. Aus dieser Volumenvergrößerung, der Oberfläche der Blasen und der Übertemperatur des Wassers über die Sättigungstemperatur war der Wärmeübergang an die Dampfblasen sowohl beim Aufsitzen auf der Heizfläche wie beim freien Aufsteigen zu berechnen. Die Veröffentlichung der Versuche wird vorbereitet.

Mit Unterstützung durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden Messungen des Wärmeüberganges von vertikalen und horizontalen Heizflächen an Wasser, Tetrachlorkohlenstoff und Lösungen von „Nekal", einem von der I.G.-Farbenindustrie A.-G. zur Verfügung gestellten Netzmittel, fortgesetzt. Bei den erstgenannten Stoffen wurden ferner die Durchmesser der Dampfblasen photographisch, ihre Frequenz stroboskopisch gemessen; am Wasser wurde auch festgestellt, wie die Gefäßdimensionen und die Höhe des Flüssigkeitsspiegels den Wärmeübergang und die Zahl der Stellen beeinflussen, von denen Dampfblasen aufsteigen. Die Versuchsergebnisse bei geringer Heizflächenbelastung konnten nach den Gesetzmäßigkeiten der freien Konvektion dargestellt werden; bei starker Belastung, bei der die Rührwirkung der Dampfblasen eine wesentliche Rolle spielt, gelang eine einfache dimensionsfreie Darstellung und ihre physikalische Erklärung unter Einführung der Oberflächenspannung. Ein zur Veröffentlichung bestimmter ausführlicher Versuchsbericht ist ausgearbeitet.

168. **Wärmeleitfähigkeit von Metallen bei hohen Temperaturen.** (Jakob, Erk.) Da es Schwierigkeiten machte, eine verlustfreie Wärmeströmung im Versuchsstab bei genügend geringem Temperaturgefälle zu erzwingen, wird der Apparat zur Zeit abgeändert. In das untere Ende des Versuchsstabes wird zur Wärmestauung eine elektrische Heizpatrone, ähnlich der am oberen Ende, eingelegt.

169. **Wärmeübergang bei Kondensation von Satt- und Heißdampf.** (Jakob, Erk, Eck, Schütze.) Die Versuche, die mit dem im Vorjahr benutzten Versuchsrohr durchgeführt wurden, bezweckten vor allem eine bessere Beherrschung der Verhältnisse auf der Kühlwasserseite. Die Messung der Kühlwassertemperatur mit einem längs der Rohrachse verschiebbaren Widerstandsthermometer ergab entgegen einer von H. Claaßen ausgesprochenen Vermutung eine starke Abnahme des Wärmeübergangs in der Anlaufstrecke. Eine vorläufige Mitteilung hierüber ist veröffentlicht im

Zbl. f. d. Zucker-Ind. **42**, 474, 1934. Nusselts Wasserhauttheorie vermag auch bei Berücksichtigung der Abnahme der Dampfgeschwindigkeit längs des Rohres nur die allgemeine Gesetzmäßigkeit des Wärmeüberganges wiederzugeben. Die beobachteten Abweichungen der Versuche von der Theorie können grundsätzlich durch partielle Tropfenkondensation, Turbulenz der Wasserhaut und Unterkühlung des Dampfes erklärt werden. Für Zwecke der Praxis wurde eine einfache empirische Formel angegeben. (Vgl. Physik. Zeitschr. **36**, 73, 1935.)

Die Untersuchung wurde wieder in dankenswerter Weise durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Verein Deutscher Ingenieure unterstützt.

170. Internationaler Vergleich von Zähigkeitsmessungen. (Erk.) Die vom National Physical Laboratory zur Verfügung gestellten zwei Kapillarviskosimeter wurden geprüft und dann an die École Nationale Supérieure du Pétrole in Straßburg weitergesandt. Ein Bericht wird veröffentlicht, sobald alle beteiligten Laboratorien ihre Messungen abgeschlossen haben.

171. Prüfung von Geräten für Öluntersuchungen nach ausländischen Normen. (Erk.) Zur Förderung der Ausfuhr des deutschen Apparatebaues übernahm die Reichsanstalt die Prüfung von Flammpunktprüfern mit geschlossenem und offenem Tiegel im Einverständnis mit dem belgischen Normenausschuß nach dessen Richtlinien. Die belgischen Normen stimmen mit den amerikanischen überein.

172. Systemprüfung von Viskosimetern. (Erk.) Die Meßgenauigkeit technischer Viskosimeter ist in den letzten Jahren erheblich verbessert worden. Mit dem zur Prüfung eingereichten Kapillarviskosimeter mit hängendem Flüssigkeitsspiegel nach Ubbelohde kann die Zähigkeit von Flüssigkeiten in dem untersuchten Temperaturbereich von 20–80° mit einer Sicherheit von $\pm$ 0,5 vH bestimmt werden. Dieselbe Meßgenauigkeit besitzt das Höppler-Viskosimeter bei Zimmertemperatur. Eine Untersuchung dieses Gerätes bei höheren Temperaturen ist im Gang, nachdem zu dem Viskosimeter ein Thermostat eingereicht wurde, der es ermöglicht, die Temperatur der Versuchsflüssigkeit auf etwa $\pm$ 0,005° konstant zu halten.

173. Prüftätigkeit der Abteilung III.

Laboratorium für allgemeine Thermometrie und Kalorimetrie. (Heuse, Moser.)

733	(466)	feine Thermometer mit Korrektionsangaben in 0,02° und 0,01°, geprüft in Temperaturen bis 100°, hiervon 100 (86) Kalorimeterthermometer,
905	(883)	Thermometer mit Korrektionsangaben in 0,05° und mehr, geprüft in Temperaturen bis 100°,
61	(38)	Siedethermometer für Höhenmessungen,
99	(90)	Beckmannnsche Thermometer,
138	(236)	Tiefseethermometer,
1119	(916)	hochgradige Thermometer,
124	(71)	tiefgradige Thermometer, darunter 82 (12) Pentanthermometer für Temperaturen bis —190°,
13	(15)	Widerstandsthermometer,
64	(59)	Thermoelemente, darunter 37 (19) aus Platin-Platinrhodium, 6 (2) aus einer Edelmetallegierung, 8 (6) aus Konst.-Eisen, 3 (12) aus Konst.-Kupfer, 9 (15) aus Nickel-Chromnickel, 1 aus Rheotan-Kupfer.
16	(25)	Thermoelemente verschiedener Legierungen, teils mit Ablesegalvanometer (für Laboratorien der Reichsanstalt),
1	(0)	Meßeinrichtung für Widerstandsthermometer,
16	(5)	Millivoltmeter für thermoelektrische Zwecke,
1	(0)	Temperatur-Meßeinrichtung für Thermoelemente,
170	(202)	Schreibethermometer für Molkereibetriebe,
33	(0)	Legierungsringe für Schwartzkopffsche Dampfkesselsicherungsapparate,
5	(0)	Temperaturmessungen an Sturmlaternen,
1	(0)	Untersuchung von Werkstoffen für Injektionsspritzen,
19	(14)	Verbrennungskalorimeter (Bestimmung des Wasserwertes),
5	(38)	Verbrennungswärmen.

Von 3179 (2700) nichtärztlichen Thermometern entsprachen 128 (101) nicht den Prüfungsbestimmungen, 4 (12) gingen beschädigt ein, 17 (13) wurden bei der Prüfung beschädigt; im ganzen mußten 149 (126) Thermometer, d. h. 4,7 (4,7) vH aller eingereichten nichtärztlichen Thermometer als unzulässig zurückgegeben werden.

Prüfung nichtärztlicher Thermometer in den Prüfämtern.

a) Beim Thüringischen Staatsprüfamt in Ilmenau:

1955 (1553) Laboratoriumsthermometer bis 100°, davon 1859 zulässig,
2088 (1505) Laboratoriumsthermometer bis 600°, davon 1858 zulässig,
386 (362) meteorologische Thermometer, davon 364 zulässig,
179 (124) gewerbliche Thermometer, davon 158 zulässig,
58 (75) Thermometer für den häuslichen Gebrauch, davon 54 zulässig.

Künstlich gealtert wurden 90 (92) und unter Druck gefüllt 6156 (4092) Thermometer.

b) Beim Hamburgischen Thermometerprüfamt:

86 (46) Laboratoriumsthermometer, davon 78 (35) zulässig.

Laboratorium für Fieberthermometrie. (Ebert.)

Übersicht über die vom 1. Januar bis 31. Dezember 1934 zur Prüfung eingereichten Fieberthermometer (einschließlich der in den Staatsprüfämtern in Ilmenau und Zerbst geprüften Fieberthermometer).

	PTR	Thüringisches Staatsprüfamt	Anhaltisches Staatsprüfamt	Summe
Einschlußthermometer	202442	3278571	435484	3916497
Stabthermometer	52838	1068087	—	1120925
Insgesamt	255280	4346658	435484	5037422
	(278209)	(5126764)	(424905)	(5830668)
Davon erhielten auf Antrag einen Stempel	241053	4078882	418509	4738444
Davon erhielten auf Antrag keinen Stempel	1554	119150	3260	123964
Unzulässig (vH)	4.4 (5)	3.1 (3.4)	3.1 (2.6)	3.2 (3.4)

Laboratorium für Strahlungsthermometrie. (F. Hoffmann.)

12 (5) Bandlampen, davon 8 mit Projektionslinsen,
8 (2) Glühfadenpyrometer, davon 3 (1) Pyroptos,
14 (2) Pyrometerlampen,
8 (1) Rauchgläser,
3 (0) Ausschlaginstrumente,
16 (0) Silitstäbe (Strombelastung zur Erzielung bestimmter schwarzer Temperaturen).

Laboratorium für Druck und Ausdehnung. (Ebert.)

12 (6) Quecksilberbarometer,
10 (3) Aneroidbarometer,
100 (52) Manometer für Messungen bis 2000 kg/cm²,
106 (150) Tiefsee-Umkippthermometer mit geschlossenem Schutzrohr,
17 (46) Tiefsee-Umkippthermometer mit offenem Schutzrohr,
3 (2) Vakuumpumpen,
2 (1) Haarhygrometer,
9 (4) Stoffe auf Ausdehnung,
3 (1) Zugmesser,
2 (0) Höhenschreiber,
1 (0) Dampfmengenmesser.

Wärme- und strömungstechnisches Laboratorium. (Jakob, Erk.)

9 (5) Bestimmungen der Wärmeleitfähigkeit von keramischen Massen,
1 (0) Gasbrenneruntersuchung.

Laboratorium für Viskosimetrie und Erdölapparate. (Erk.)

2 (2) Systemprüfungen von Zähigkeitsmessern,
125 (120) Zähigkeitsmesser für empirisches Maß (Englergrade), darunter 8 (17) mit Zehntelgefäß, 1 (1) vierfacher, 3 (3) zweifache,
280 (200) Kapillaren zum Zähigkeitsmesser nach Vogel-Ossag,
6 (0) Zähigkeitsmesser nach Höppler mit zusammen 27 (0) Fallkugeln,
2 (5) Flüssigkeitsproben zur Prüfung von Zähigkeitsmessern,
23 (12) Petroleumprober,
15 (9) Flammpunktprüfer nach Pensky-Martens,
3 (0) Flammpunktprüfer nach Pensky-Martens nach den belgischen Normen,
23 (11) Flammpunktprüfer mit offenem Tiegel nach DIN DVM 3661,
1 (0) Flammpunktprüfer mit offenem Tiegel nach Cleveland,
0 (1) Siedeapparat für Mineralöle,
3 (0) Bestimmungen der Zähigkeit und Dichte von Mineralölproben,
1 (0) Prüfung von Tropffläschchen,
2 (1) Stockpunktbestimmungen.

Abteilung IV (Optik).

174. Verschärfte Interferenzen. (Lau.) Versuche ergaben, daß die zwischen den Multiplexplatten bei Paralleljustierung entstehenden Interferenzen zur weiteren Steigerung des Auflösungsvermögens ausgenutzt werden können. Gleichzeitig läßt sich Dispersionsgebiet und Lichtstärke steigern. Die mechanischen Justiervorrichtungen der bisherigen Apparatur reichen nicht aus, um eine praktische Verwertung zu gestatten. Ein Umbau ist geplant.

175. Feinstruktur. (Lau, Johannesson.) Die Breiten verschiedener Neonlinien wurden direkt gemessen. Es fanden sich wiederum Verbreiterungen über den Dopplereffekt hinaus, die größer sind als die von Schütz gefundenen und wie sie von der Theorie erwartet wurden.

176. Photometrisch-photographische Untersuchungen. (Lau, Johannesson.) Mit Hilfe einer neuen einfachen Anordnung zur Messung der Detailempfindlichkeit photographischer Platten wurde bei allen Platten ein deutliches Optimum bei einer Bedeckung von 50—70 vH gefunden. Diese Erscheinung ist statistisch zu erklären.

177. Beugung. (Lau.) Es wurden auf Anregung von Präsident Stark Untersuchungen über Beugung des Lichts an Lichtkanälen begonnen und auf verschiedene räumliche Anordnungen von Blenden ausgedehnt.

178. Ultraschall-Technik. (Beuthe, Voigt.) Es wurden zwei neue Ultra-Schallsender von 900 und 1500 Watt aufgestellt und damit verschiedene Untersuchungen durchgeführt.

179. Akustische Prüfmethoden. (Beuthe, Voigt.) Es wurden Prüfmethoden zur Untersuchung von Lautsprechern, Kopfhörern usw. entwickelt, ferner eine allgemeine Methode zu Schallstärkemessungen.

180. Internationaler Stimmton. (Beuthe, Voigt.) Die Reichsmusikkammer hat auf Veranlassung der Reichsanstalt bei den ihr unterstellten und zugehörigen Musikinstituten, Orchestern u. dgl. eine Rundfrage abgehalten, die die Verwendung des Stimmtones und die eventuellen Gründe zu seiner Abänderung betrifft. Die Durchführung des erstrebten Zieles, in der Praxis 435 Ganzschwingungen als Stimmnormal anzuerkennen, wird noch einige Zeit erfordern.

181. Faserstoffe. (Beuthe.) Es wurden Versuche zur Veredelung von natürlichen und Kunstfaserstoffen, im besonderen von Flachs und Viskose-Stapelfaser ausgeführt.

182. Optische Homogenität von Objektivscheiben. (Schönrock.) Die hierfür erforderliche Einrichtung zur photographischen Aufnahme der Sternbilder ist hergestellt worden; die Messungen damit konnten jedoch wegen Zeitmangels noch nicht zum Abschluß gebracht werden.

183. Polarimetrische Untersuchungen. (Schönrock, Einsporn.) Die lichtelektrische Halbschattenmethode zur Bestimmung der Rotationsdispersion insbesondere für ultraviolettes Licht wird zur Zeit als Abhandlung fertiggestellt. Sobald das bei der Firma Schmidt & Haensch, Berlin S 42, im Bau befindliche Halbschattenpolarimeter geliefert worden ist, sind mit ihm als erste Anwendungen Untersuchungen an wirtschaftlich wichtigen Stoffen (Ölen, Vitaminen) geplant.

184. Lichtelektrische Zelle mit Verstärker. (Einsporn.) Eine systematische Untersuchung hierüber soll zur Entwicklung dieses Aggregates als Eichgerät führen mit dem besonderen Ziel, die Zelle

selbst in dieser Verbindung hinsichtlich der Eigenschaften (spektraler Empfindlichkeit, Dunkelwiderstandes) quantitativ zu überprüfen.

185. **Kompensatormessungen.** (Schönrock.) Für genaue absolute Messungen zumal im Ultraviolett sind Glimmerpräparate nur mit Vorsicht zu benutzen, weil die beiden entstehenden Komponenten auch ungleich stark absorbiert werden. So z. B. beträgt die Absorption einer 0,02 mm dicken, klarsten Glimmerplatte bei 350 mμ bereits 20 vH für die zur Ebene der optischen Achsen senkrecht schwingende Kompenente, dagegen 16 vH für die in dieser Ebene schwingende, und steigt auf etwa 56 vH bei 300 mμ. Versuche (in Gemeinschaft mit der Firma Halle Nachfl., Berlin-Steglitz) den Glimmer durch Gips- und Kalkspatpräparate zu ersetzen, versprechen einen günstigen Erfolg. Trotz der überaus schwachen Elliptizität des Quarzes senkrecht zur Achse liefert der gewöhnliche Soleilsche Quarzkompensator bei richtiger Justierung hinreichend einwandfreie Resultate.

186. **Polarisationsphotometer.** (Schönrock.) Es wurde ein besonders lichtstarkes Polarisationsphotometer konstruiert und von der Firma Carl Leiss, Berlin-Steglitz, gebaut, welches in Verbindung mit jedem beliebigen Monochromator benutzt werden kann.

187. **Objektivprüfungen.** (Wetthauer.) Die Objektivuntersuchungen wurden fortgesetzt, doch sind die in Aussicht genommenen systematischen Prüfungen einer großen Anzahl von Objektiven bis zur Fertigstellung eines neuen Objektivprüfapparates hinausgeschoben.

188. **Kathodenzerstäubung.** (Wetthauer.) Arbeiten mit der Kathodenzerstäubung wurden laufend vorgenommen.

189. **Photographische Arbeiten.** (Wetthauer.) Photographische Arbeiten wurden auch in diesem Jahr für den Bedarf der Reichsanstalt in steigendem Maße ausgeführt.

190. **Ultrarotmessungen.** (Wetthauer, Müller.) Untersuchungen von Typen optischer Gläser auf Durchlässigkeit und Brechungsvermögen für kurzwelliges Ultrarot wurden bei einer Anzahl von Gläsern ausgeführt.

191. **Internationale Vergleichungen.** (Dziobek.) Die Vergleichsmessungen, über die im Vorjahr berichtet wurde, sind fortgesetzt worden. Eine endgültige Klärung über das Verhältnis der Einheit der Lichtstärke zur Einheit des Lichtstromes in den verschiedenen Staatsinstituten ist noch nicht erfolgt.

192. **Farbtemperaturskala.** (Dziobek.) Eine Vergleichung der Farbtemperaturskala der Reichsanstalt mit der des Bureau of Standards, Washington, hat eine größere Differenz ergeben, an deren Aufklärung gearbeitet wird.

193. **Normung photographischen Materials.** (Dziobek, Spiller.) Die DIN-Einheit für die Empfindlichkeit von Negativmaterial für bildmäßige Aufnahmen ist inzwischen in die Praxis eingeführt worden und wird von fast allen in Frage kommenden Fabriken für photographisches Negativmaterial benutzt. Zur Zeit sind Untersuchungen im Gange, ob es möglich ist, auf Grund des sog. Callier-Effektes die Körnigkeit photographischen Negativmaterials durch eine einfache Zahl zu charakterisieren.

194. **Rückstrahlermessungen.** (Dziobek, Korte.) Die Reichsanstalt hat auf Grund der Reichs-Straßen-Verkehrs-Ordnung vom 28. Mai 1934 die Systemprüfung von Rückstrahlern vom 20. August 1934 ab für das ganze Reich übernommen. Bis zum 31. Dezember 1934 wurden 152 Typen geprüft, von denen nur 62 den gesetzlichen Bestimmungen genügten. Durch Beratung der Hersteller von Rückstrahlern ist es gelungen, die optischen Leistungen der Fabrikate zu steigern.

195. **Messungen an Leuchtröhren.** (Dziobek.) Die Messungen an Leuchtröhren wurden fortgesetzt. Über die im Laufe dieser Messungen notwendig gewordenen Untersuchungen des Purkinje-Effektes ist berichtet worden. (Physik. Zeitschr. 35, 545, 1934.)

196. **Schwärzungsmessungen.** (Spiller.) Es wurde der Einfluß verschiedenartiger Sensitometerkeile auf ihre Kopiereigenschaften untersucht. Durch Messung der Gesamtdurchlässigkeit der einzelnen Stufen von Sensitometerstufenkeilen im spektral zerlegten Licht zeigte sich, daß die geringfügige Verschiedenheit der mit verschiedenartigen Keilen erzielten Kopierschwärzungen durch die Änderung der spektralen Durchlässigkeit im ultravioletten Teil des Spektrums hervorgerufen wird. (Physik. Zeitschr. 35, 753, 1934.)

197. **Messungen an Autoscheinwerfern.** (Dziobek.) Die Reichsanstalt beteiligte sich an der Ausarbeitung der in der Reichs-Straßen-Verkehrs-Ordnung vom 28. Mai 1934 enthaltenen Bestimmungen über Kraftfahrzeugscheinwerfer und führte dazu eine Reihe von Messungen, insbesondere Blendungsmessungen durch.

198. **Lichteinheit.** (Müller, Theissing.) Der Energiebedarf für den mit Hochfrequenzstrom von 10000 Hz geheizten Hohlraumstrahler wurde durch verbesserte Leistungsführung wesentlich

herabgesetzt. Die Arbeiten an der Hohlraum-Lichteinheit mußten wegen dringenderer anderer Arbeiten zurückgestellt werden.

199. **Hefnerlampe.** (Gehrcke, Müller.) Die Untersuchungen zur Steigerung der Meßgenauigkeit bei der deutschen Lichteinheit (Hefnerkerze) sind fortgesetzt worden. Es zeigte sich, daß der störende Einfluß von Luftbewegungen außer durch einen früher schon erwähnten Gitterwindschutz auch durch strömungstechnisch günstigere Lampenaufstellung und Gefäßumkleidung wesentlich gemildert werden kann. Mit verbesserten Visieren und Photozellen erreichten Einzelbeobachter Einstellgenauigkeiten bis auf wenige Tausendstel. Für verschiedene Beobachter bestehen jedoch über die Flammenhöhe Auffassungsverschiedenheiten.

200. **Energiemessung an Lichtquellen.** (Müller, Theissing.) Über die spektralen Intensitäten, welche die verschiedenen Lichtquellen liefern, herrschen in einzelnen Spektralgebieten trotz zahlreicher Arbeiten noch weitgehende Unklarheiten. Zu ihrer Behebung sind thermoelektrische Emissionsbestimmungen mittels eines registrierenden Spektrometers begonnen worden.

Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf den Einfluß von Färbungen auf die Ultrarotdurchlässigkeit von Flußspat.

201. **Spektrale Untersuchungen an Photozellen.** (Müller, Theissing, Leo.) Die systematischen Untersuchungen wurden fortgesetzt und zu ihrer beschleunigten Durchführung der Müller-Quarz-Doppelmonochromator zu einem registrierenden thermoelektrisch-photoelektrischen Vergleichsphotometer ausgestaltet, bei dem der unerwünschte Energieanstieg und die Wellenlängenzusammendrängung im Ultrarot ausgeglichen sind.

202. **Frequenzuntersuchungen an Photozellen.** (Müller, Leo.) Das Prüfgerät wurde hinsichtlich seines Meßbereichs durch zusätzlichen Luftantrieb erweitert und bezüglich des Verstärkers mit Aussteuerungseichung ausgerüstet. Die umfangreichen auf alle erhältlichen Photozellentypen erstreckten Frequenzuntersuchungen sind für weißes Licht abgeschlossen. (Vgl. Physik. Zeitschr. 36, 113, 1935.)

203. **Frequenzgerät für Ultrarot.** (Müller.) Um die Untersuchungen auch spektral und weiter ins Ultrarot, als mit der Glasoptik des bisherigen Geräts möglich, durchführen zu können, ist die Konstruktion einer Lichtsirene mit vereinfachter Ultrarotoptik und weitgehend regulierbarem störungsfreien Turbinenantrieb in Angriff genommen worden.

204. **Untersuchungen an Strahlungsmeßgeräten.** (Müller.) Empfindlichkeitsvergleiche zwischen Bolometern und Thermoelementen zeigten, daß für schnelle Registrierungen mittels Bolometern höhere Empfindlichkeiten erreichbar sind.

205. **Empfindlichkeit photographischer Emulsionen.** (Müller.) Zur radiometrischen spektralen Empfindlichkeitsbestimmung von photographischen Emulsionen wurde eine Zusatzeinrichtung zum Doppelmonochromator entwickelt.

206. **Galvanometervergleich.** (Müller, Scheffers, Theissing.) Zur Klarstellung der Güteverhältnisse neuer höchstempfindlicher Galvanometer wurden vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen Typen hinsichtlich Empfindlichkeit und Ruhelage in Verbindung mit Strahlungsthermoelementen vorgenommen.

207. **Relais für Saitenelektrometer.** (Müller.) Es wurden Versuche begonnen, durch eine thermoelektrische Relaisanordnung die Empfindlichkeit von Saitenelektrometern zu steigern.

208. **Prüfungstätigkeit der Abteilung IV.**

Laboratorium des Direktors. (Janicki.)

4 (0) spektroanalytische Prüfungen von Flüssigkeiten und sehr geringen Metallmengen.

Laboratorium für Polarimetrie. (Schönrock, Einsporn.)

6 (21) Saccharimeter-Quarzplatten auf optische Reinheit, Planparallelismus, Achsenfehler und Drehungswert, davon eine auf Drehungsvermögen für 4 Wellenlängen,
3 (0) Planprobegläser aus kristallisiertem Quarz auf Ebenheit,
18 (2) große Glasplatten auf Planparallelismus, Spannung und Schlieren,
4 (0) Quarzglas-Prismen auf Spannung und Schlieren,
4 (0) Glasprismen auf Ebenheit ihrer insgesamt 12 Flächen,
4 (0) Hohlspiegel auf Güte,
1 (1) asphärische Linse aus kristallisiertem Quarz auf Güte,
1 (1) Kompensatorplatte auf Phasendifferenz,

1 (0) Kompensator-Teilkreis auf Güte,
17 (6) Steckkapselgläser auf Spannung,
1 (0) umfangreiche Eichung einer Vorrichtung für Feinmeßgeräte (Dehnungsmesser mittels Durchbiegung einer Stahlzunge) mit einer Sicherheit von 9 $m\mu$.

Laboratorium für angewandte Optik. (Wetthauer.)

12 (0) Glasproben auf Bestimmung der Brechungsexponenten für 14 verschiedene Wellenlängen; davon 11 im Ultrarot,
12 (14) Glasproben
5 (0) Filter
8 (0) Kunstglasproben
} auf Durchlässigkeit für Licht verschiedener Wellenlängen,
1 (2) Schutzbrille auf spektrale Durchlässigkeit,
5 (2) Quarzlampen, Spektralaufnahmen,
4 (1) Ferngläser auf Vergrößerung, Lichtstärke und Größe des Gesichtsfeldes,
2 (0) Zystoskope auf Vergrößerung, Verzeichnung und Größe des Gesichtsfeldes,
6 (0) Tonfilme, Mikroaufnahmen,
1 (0) Fernrohr, Bestimmung der Krümmungsradien, Glastypen, Winkel und Dicken an der dazugehörigen Optik,
2 (8) Objektive auf Bestimmung der sphärischen und chromatischen Aberration,
1 (0) Quarzglasprisma mit Linsenfläche auf Krümmungsradius,
2 (1) 30°-Prismen, Brechungswinkel, Feinauflösung der Na-Linie,
1 (0) Spalt, Trommelteilung,
1 (1) Quarz-Sylvin-Objektiv auf sphärische und chromatische Aberration im sichtbaren und ultravioletten Spektralgebiet,
1 (0) Quarz-Objektiv auf sphärische und chromatische Aberration im sichtbaren und ultraroten Spektralgebiet.

Laboratorium für Photometrie. (Dziobek, Spiller, Korte.)

5 (5) Hefnerlampen,
383 (673) Metalldrahtlampen, davon
130 (128) als Normallampen für photometrische Zwecke,
7 (15) als Normallampen für photometrische Zwecke, bei 2 und 3 Spannungen,
9 (7) zur Nachprüfung als Normallampen für photometrische Zwecke,
1 (1) als Normallampe mit vorgeschaltetem Blauglas,
24 (6) zur Bestimmung der Farbtemperatur für sensitometrische Zwecke, davon 4 bei verschiedenen Farbtemperaturen (2200–2900° abs.),
92 (465) für verschiedene Zwecke,
120 (49) in Dauerprüfung mit insgesamt 166223 (59469) Brennstunden,
6 (1) Metalldrahtlampen
2 (0) Glimmlampen
} für Steuerzwecke,
4 (8) Versuchskugeln aus Opalglas,
17 (8) Petroleumlampen,
1 (0) Gehlhoffphotometer,
1 (0) Beleuchtungsmesser,
1 (0) Mikroskopbeleuchtung,
3 (0) Radioaktive Leuchtmassen,
6 (0) Leuchtröhren in verschiedenen Farben,
6 (0) Projektionsschirme (Lichtverteilungskurven),
5 (0) Kleinbeleuchtungsanlagen,
15 (16) Glasproben und Spiegel (Durchlässigkeit, Reflexion und Absorption),
48 (17) Gläser verschiedener Art (spektrale Durchlässigkeit),
5 (0) Filmstreifen (Körnigkeit),
16 (45) Grau- bzw. Stufenfilter für sensitometrische Zwecke,
2 (0) Graulösungen (Gesamt- und spektrale Durchlässigkeit),
2 (0) Sperrschichtzellen (Temperaturabhängigkeit von $-15°$ bis $+50°$ C),
152 (0) Rückstrahlertypen.

Strahlungslaboratorium. (Müller, Theissing, Leo.)

1161 (625) Registrierphotometrierungen von Spektralaufnahmen, Schwärzungskeilen, Röntgenphotogrammen, Tonfilmaufnahmen.
20 (20) Photozellen auf spektrale Empfindlichkeit,
28 (20) Photozellen auf Frequenzabhängigkeit,
6 (11) Strahlungsthermoelemente auf Empfindlichkeit, Einstellgeschwindigkeit, spektrales Auflösungsvermögen,
3 (0) Thermofolien auf Empfindlichkeit,
5 (0) Thermosäulen auf Empfindlichkeit, Einstellgeschwindigkeit,
8 (8) Bolometer auf Empfindlichkeit, Einstellgeschwindigkeit,
1 (0) Gitterspektrograph auf spektrale Reinheit und Energieverteilung.
1 (4) Doppelmonochromator bzw. Wellenlängeneichung,
2 (0) Lampen auf Ultrarotstrahlung,
9 (4) Glasproben, Filter, Kristallplatten auf spektrale Durchlässigkeit.

Charlottenburg, im Januar 1935.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
Stark.